

DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

28, boulevard Raspail, Paris-VII^e - Tél. : BAB. 18-56

SOMMAIRE

	SERVICE
222. T. BEDFORD, W. LIESE, F. SQUASSI, C. TASKER, État de la recherche en chauffage et ventilation dans quelques pays étrangers. (Équipement technique, n° 17)	A C
223. A. FOURNOL, Questions posées par l'établissement et l'exploitation des chauffages centraux. Quelques-uns de leurs aspects économiques et techniques actuels. (Équipement technique, n° 18)	A C
224. P. HABIB, Nouvelles recherches en mécanique du sol. (Sols et fondations, n° 5)	A
225. Aménagement de la chute de Donzère-Mondragon. (Travaux Publics, n° 15)	A
226. DOCUMENTATION TECHNIQUE, n° 50. (Documentation réunie en septembre 1951)	A C
227. Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics. Nouvelle série. Tables systématique et par nom d'auteur des fascicules parus en 1951. (Hors série, n° 4)	A C

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEUR
ET DE DOCUMENTATION TECHNIQUE
28, BOULEVARD RASPAIL, PARIS (VI)

LABORATOIRES DU BATIMENT
ET DES TRAVAUX PUBLICS
12, RUE BRANCION, PARIS (X)

BUREAU SECURITAS
9, AVENUE VICTORIA, PARIS (IV^e)

CENTRE D'INFORMATION ET
DOCUMENTATION DU BATIMENT
100, RUE DU CHERCHE-MIDI, PARIS

CONFÉRENCES DU CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

SESSION 1951-1952 (Seconde Série)

Programme des Séances de Janvier à Juillet 1952

Salle de la Fédération Nationale du Bâtiment et des Activités Annexes
7, rue La Pérouse, Paris-XVI^e.

MARDI 8 JANVIER 1952, à 17 h. 30

LE RETRAIT DU BÉTON ET DES CEMENTS

par M. J.-J. GRIEU, Ingénieur aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

VENDREDI 11 JANVIER 1952, à 17 h. 30

LA PRODUCTIVITÉ ET LA PRÉFABRICATION

par MM. PUX et HUMBERT, Membres de la Mission Technique « Préfabrication » aux U. S. A. (19 juillet-15 août 1951).

MARDI 15 JANVIER 1952, à 17 h. 30

NOUVELLE THÉORIE DU SOUTÈNEMENT DES EXCAVATIONS PROFONDES

par M. Jacques VERDEYEN, Ingénieur-Conseil, Professeur à l'Université de Bruxelles, et M. Victor ROISIN, Docteur en sciences appliquées, Ingénieur aux Entreprises Ed. François.

VENDREDI 18 JANVIER 1952, à 17 h. 30

LA PRODUCTIVITÉ DANS LES INDUSTRIES DU BOIS

par MM. VERGEZ et GUEROULT, Membres de la Mission Technique « Bois » aux U. S. A. (2 août-30 août 1951).

MARDI 22 JANVIER 1952, à 17 h. 30

RECONSTRUCTION DU QUAI DE FRANCE A CHERBOURG

par M. PAGES, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées.

VENDREDI 25 JANVIER 1952, à 17 h. 30

LA PRODUCTIVITÉ DANS LA CONSTRUCTION MÉTALLIQUE

par M. BOLL, Chef de la Mission Technique « Construction métallique » aux U. S. A. (14 septembre-15 octobre 1951).

MARDI 29 JANVIER 1952, à 17 h. 30

Séance organisée en commun
avec l'Association Française des Ponts et Charpentes.

FISSURATION DES PIÈCES FLÉCHIES EN BÉTON ARMÉ

par M. L.-P. BRICE, Ingénieur des Arts et Manufactures.

VENDREDI 1^{er} FÉVRIER 1952, à 17 h. 30

LA PRODUCTIVITÉ DANS LE GROS ŒUVRE

par M. KAHN, Chef de la Mission Technique « Gros Œuvre », aux U. S. A. (16 septembre-18 octobre 1951).

MARDI 5 FÉVRIER 1952, à 17 h. 30

NOUVELLES PERSPECTIVES DANS L'INSTALLATION ÉLECTRIQUE DES BATIMENTS

par M. R. COMTET, Président de la Fédération Nationale de l'Équipement Électrique.

VENDREDI 8 FÉVRIER 1952, à 17 h. 30

LA PRODUCTIVITÉ DANS LES TRAVAUX DE CANALISATION ET PASSAGE EN GAINÉ

par M. Bernard TUNZINI, Chef de la Mission Technique « Canalisation et passage en gaine » aux U. S. A. (3 novembre-7 décembre 1951).

MARDI 12 FÉVRIER 1952, à 17 h. 30

Séance organisée en commun
avec l'Association Française des Ponts et Charpentes
et l'Association Scientifique de la Précontrainte.

CONSIDÉRATIONS NOUVELLES SUR L'IDÉE DES PRÉCONTRAINTES ET SES APPLICATIONS

par M. E. FREYSSINET, Inspecteur Général Honoraire des Ponts et Chaussées.

MARDI 26 FÉVRIER 1952, à 17 h. 30

NORMALISATION DE LA ROBINETTERIE UTILISÉE DANS LES BATIMENTS ET DES APPAREILS SANITAIRES

par M. MORISSEAU, Ingénieur E. C. P., Vice-Président de la Chambre Syndicale des Fabricants de Robinetterie.

TUYAUX EN MATIÈRE PLASTIQUE UTILISÉS DANS LE BATIMENT

par M. SCHICK, Ingénieur I. C. P., Ingénieur au Service technico-commercial de la Compagnie de Suint-Gobain.

MARDI 4 MARS 1952, à 17 h. 30

L'EXPÉRIENCE ET LA TECHNIQUE AU SERVICE DE L'ÉTANCHÉITÉ LA TOITURE EN PENTE

par M. A. POIRSON, Ingénieur I. E. G.

MARDI 11 MARS 1952, à 17 h. 30

PEINTURES APPLICABLES SUR CIMENT PEINTURES ANTI-ACIDE ET PEINTURES ANTI-ALCALI

par M. WALLON, Ingénieur-chimiste I. C. P., Directeur des Établissements Jival.

MARDI 18 MARS 1952, à 17 h. 30

Séance organisée en commun
avec l'Association Française des Ponts et Charpentes.

LA SOUDURE DANS LA CONSTRUCTION MÉTALLIQUE

par M. A. DUNOYER, Vice-Président de la Chambre Syndicale des Entrepreneurs de Constructions Métalliques.

MARDI 25 MARS 1952, à 17 h. 30

LE VIEILLISSEMENT DES PEINTURES

par M. F. PUPIL, Ingénieur E. C. P., Chef de la Section Peintures aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

VENDREDI 28 MARS 1952, à 17 h. 30

(Conférence avec film.)
LA CONSTRUCTION ET LE LEVAGE DU HANGAR DE MARIGNANE
par M. ESQUILLAN, Ingénieur A. M., Directeur Technique de la Société des Entreprises Boussiron.

MARDI 1^{er} AVRIL 1952, à 17 h. 30

Séance organisée en commun
avec l'Association Française des Ponts et Charpentes
et l'Association Scientifique de la Précontrainte.

LA RELAXATION DES FILS DE PRÉCONTRAINTES

par M. G. DAWANCE, Ingénieur A. M., Chef de Service aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics et M. G. CHAMPOD, Ingénieur aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

MARDI 8 AVRIL 1952, à 17 h. 30

LABORATOIRES D'AMÉRIQUE ET DU MONDE

par M. L'HERMITE, Directeur des Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

VENDREDI 18 AVRIL 1952, à 17 h. 30

ÉTUDE DES REVÊTEMENTS BÉTONNÉS POUR ROUTES ET AÉRODROMES
par M. R. PELTIER, Sous-Directeur du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées.

MARDI 22 AVRIL 1952, à 17 h. 30

LES BARRAGES EN TERRE AMÉRICAINS

par M. LONDE, Ingénieur Civil des Ponts et Chaussées et M. Georges POST, Ingénieur de l'École des Ingénieurs Hydrauliciens de Grenoble.

ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

28, BOULEVARD RASPAIL, PARIS-VII^e — Tél. : BAB. 18-56

Décembre 1951

N° 222

Nouvelle série.

ÉQUIPEMENT TECHNIQUE, N° 17

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

CYCLE DU CHAUFFAGE

8-9-10 Mai 1951

SOUS LA PRÉSIDENTENCE DE **M. MISSENARD.**

ÉTAT DE LA RECHERCHE EN CHAUFFAGE ET VENTILATION DANS QUELQUES PAYS ÉTRANGERS

LES RECHERCHES EN GRANDE-BRETAGNE

Par M. le Docteur Thomas BEDFORD,

Directeur du Service des Recherches pour l'Hygiène de l'Ambiance au Conseil de la Recherche médicale
(École d'Hygiène et de Médecine tropicale de Londres).

LES RECHERCHES EN ALLEMAGNE

Par M. le Professeur-Docteur W. LIESE,

Directeur à l'Institut Robert Koch pour l'Hygiène et les maladies infectieuses,
Rédacteur en chef du Gesundheits Ingenieur.

LES RECHERCHES EN ITALIE

Par M. le Docteur-Ingénieur Francesco SQUASSI,

Président d'honneur de l'Association Nationale des Installateurs
et Président de la Section du Latium de l'Association thermo-technique Italienne.

QUELQUES TENDANCES DE LA RECHERCHE AMÉRICAINE

Par M. Cyril TASKER,

Directeur de Recherches de la Société Américaine des Ingénieurs de Chauffage et Ventilation (A. S. H. V. E.)

INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

ALLOCUTION DU PRÉSIDENT

L'an passé, l'Institut Technique avait décidé de grouper les conférences habituellement réparties sur toute l'année. Le succès de cette formule fut si encourageant, qu'elle a été reprise cette année et que les conférences et visites doivent occuper trois journées.

Mais l'intérêt tout à fait exceptionnel de ces réunions vient de la présence parmi nous de nombreuses personnalités étrangères éminentes parmi lesquelles je me contenterai de citer celles qui doivent prendre la parole au nom de leur pays :

Le Docteur BEDFORD, de Londres ;
Le Professeur LIESE, de Berlin ;
L'Ingénieur SQUASSI, de Rome.

J'ai eu encore, tout récemment, une agréable surprise, car le président de l'American Society of Heating and



(Photo Y. Hervochon.)

Ventilating Engineers vient de nous envoyer un exposé sur l'état des recherches et les tendances de la technique en Amérique.

Ce rapport sera présenté par M. BEAURIENNE, doyen des ingénieurs français, membre de l'A. S. H. V. E.

Ainsi, pourrions-nous, en une matinée, faire un rapide tour d'horizon à travers la technique de l'Europe occidentale et des États-Unis.

J'avoue que, pour élargir encore nos informations, j'e serais très heureux si, à l'avenir, une personnalité russe éminente pouvait venir nous parler des recherches et de l'évolution de la technique, en particulier du transport de la chaleur à grande distance, dans ce pays. Je regrette de n'être pas en rapport avec aucun savant russe et si quelqu'un pouvait m'aider à organiser cette venue, je lui en serais reconnaissant.

RÉSUMÉ GÉNÉRAL DES EXPOSÉS

L'exposé de M. BEDFORD porte surtout sur les recherches effectuées par l'auteur en Grande-Bretagne dans le domaine thermique. Il souligne l'intérêt qu'il y a d'avoir des parois plus chaudes que l'air. Les chercheurs anglais ont été conduits à mettre au point de nouveaux appareils et particulièrement un anémomètre à ionisation pour les faibles vitesses d'air (locaux habités). De nombreuses recherches ont également été poursuivies en Angleterre sur l'hygiène de l'air, l'irradiation ultra-violet des salles de classe, la consommation de combustible, la ventilation naturelle. L'auteur souligne le développement du chauffage par rayonnement dans le chauffage des locaux industriels.

M. LIESE a surtout rendu compte des recherches effectuées en Allemagne dans le domaine de l'hygiène. Il a particulièrement insisté sur la distribution verticale des températures d'air dans les locaux chauffés. Le chauffage à eau chaude, après avoir supplanté le chauffage à la vapeur, se voit concurrencé à nouveau par l'emploi de convecteurs alimentés à la vapeur. Le chauffage à air chaud nécessite une conception architecturale spéciale, il a l'inconvénient de la propagation des odeurs et du bruit.

Parmi les nombreuses études théoriques effectuées en Italie M. SQUASSI signale des applications du calcul opérationnel, des études effectuées par la méthode de SCHMIDT et les méthodes de relaxation, ainsi que des articles sur les tensions thermo-élastiques, le chauffage urbain, le chauffage thermo-dynamique, les coefficients d'absorption atmosphérique du rayonnement solaire, les coefficients de transmission des convecteurs, le chauffage par rayonnement, et la ventilation. Il signale l'apparition d'un système d'accélération électrolytique.

M. TASKER a développé certains points particuliers des recherches en cours aux États-Unis : pompes de chaleur, chauffage par rayonnement à basse température, etc. L'auteur résume les discussions qui ont eu lieu à une récente session de l'A. S. H. V. E. consacrée à l'homme et ses relations avec l'air.

(Les résumés détaillés figurent sur la feuille jaune annexée au numéro de décembre des Annales.)

GENERAL SUMMARY OF PAPERS

The paper by Mr. BEDFORD bears particularly on researches carried on in Great Britain by the author in the field of heat comfort. He emphasizes the desirability of having walls warmer than the air. British authors have had to introduce new instruments, in particular an ionization anemometer for low air speeds (inhabited rooms). Much work has been done in Britain on air hygiene, ultraviolet lighting of class-rooms, fuel consumption and natural ventilation. The author emphasizes the development of radiant heating, particularly in the heating of industrial work places.

Mr. LIESE dealt specially with research work done in Germany in the field of hygiene. He emphasized particularly the vertical distribution of air temperature in heated rooms. Hot water heating after having replaced heating by steam is now threatened again by steam feeded convectors. Hot air heating necessitates a special architectural design; its drawback lies in smell and noise transmission.

Among the numerous theoretical studies done in Italy, Mr. Squassi points out applications of the operational calculus, studies using the method of Schmidt and relaxation methods, as well as some papers on thermo-elastic tensions, heating of town, thermo-dynamic-heating, coefficients of the atmospheric absorption of solar radiation, transmission coefficients of convectors, radiant heating and ventilation. The author mentions the appearance of a system of electrolytic acceleration.

M. TASKER developed certain points of work now being done in U. S. A. : heat pumps, heating by low temperature radiation, etc. The author summarized the discussions which took place during a recent session of the A. S. H. V. E. devoted to man and his relationship to the air.

(Detailed summaries to be found on the yellow leaflet attached to the December issue of Annales.)

LES RECHERCHES EN GRANDE-BRETAGNE

Par M. le Docteur Thomas Bedford,

Directeur du Service des Recherches pour l'Hygiène de l'Ambiance au Conseil de la Recherche Médicale
(École d'Hygiène et de Médecine tropicale de Londres).

AVANT-PROPOS DU PRÉSIDENT

Le premier exposé de ce cycle va vous être fait par le Docteur BEDFORD.

Ai-je besoin de présenter ce savant de réputation mondiale ? Biologiste et physicien, M. BEDFORD est professeur au London School of Hygiene and Tropical Medicine. Il a fait de nombreux travaux, soit personnellement, soit en collaboration avec le regretté VERNON et M. WARNER. Ces recherches ont particulièrement porté sur les influences des climats sur le comportement des hommes. En particulier, ses travaux relatifs à l'action de la température sur le rendement de la main-d'œuvre, singulièrement dans les mines, sont célèbres, ainsi que ses travaux sur la sensation de chaleur et la température de la peau.

Lorsque la Société des Nations décida, en 1936, de créer une commission d'étude des climats artificiels sous l'éminente présidence du Professeur WINSLOW, MM. BEDFORD et CROWDEN représentèrent le Royaume-Uni. C'est d'ailleurs à cette occasion que j'ai eu le plaisir de faire leur connaissance.



(Photo Y. Hervochon.)

EXPOSÉ DE M. T. BEDFORD

C'est un grand plaisir pour moi de prendre la parole à ce Congrès. Je suis très sensible à l'honneur que vous m'avez fait en m'invitant à y assister, et je vous suis très reconnaissant pour la généreuse hospitalité que vous m'avez accordée.

Dans votre lettre d'invitation, Monsieur le Président, vous m'avez demandé de parler des progrès récents en Chauffage et Ventilation dans mon pays et de dire quelques mots sur les récentes applications pratiques. C'est ce que je vais essayer de faire mais, étant personnellement intéressé surtout par la recherche, je me permets de vous demander par avance toute votre indulgence et j'insiste essentiellement sur cette recherche qui est si étroitement liée à mes travaux habituels.

I. — RECHERCHES

Pendant les années qui ont précédé la seconde guerre mondiale, on a accordé une grande importance à la mesure des ambiances et à la définition des zones de confort. De nombreux travaux sur ces sujets ont été accomplis en France, en Grande-Bretagne, ainsi qu'aux États-Unis et au Canada. De ces différentes études, nous pouvons conclure que des individus ayant une activité donnée, mettons, par exemple, au cours des mois d'hiver dans une usine anglaise, éprouvent d'une manière générale une sensation de confort si la température résultante, ou la température équivalente, est maintenue entre certaines limites précises.

Depuis la guerre, nous avons également accordé beaucoup d'attention aux propriétés des différentes méthodes de chauffage. A la Building Research Station, de très nombreux travaux ont été consacrés à l'étude des méthodes de chauffage des locaux habités. De son côté, mon groupe de recherches s'est attaché à l'étude du chauffage par rayonnement, de la stimulation des sensations thermiques locales, de l'hygiène de l'air et de la mesure des mouvements d'air.

1° Rayonnement et confort.

Une température résultante sèche donnée — ou pour parler selon la terminologie anglaise, une température équivalente donnée — peut être obtenue dans des pièces dont l'air est nettement plus chaud que les surfaces environnantes, ou dont l'air est plus froid que ces surfaces. Chacune de ces conditions peut produire une sensation identique de chaleur chez les occupants, sans que nécessairement ceux-ci éprouvent une sensation de confort identique.

Il y a environ 100 ans, en 1857, a été publié sur la demande des Communes, un rapport établi par des Commissions, comprenant en particulier WHEATSTONE le célèbre physicien, qui avaient été désignées pour enquêter sur le chauffage et la ventilation des locaux habités. Dans leur rapport, ces Commissions remarquaient qu'une des conditions du confort était que les murs d'une pièce soient plus chauds que l'air, alors que lorsque les murs étaient plus froids les conditions deve-

naient inconfortables. Cette assertion fut d'ailleurs reprise ultérieurement par certains auteurs, mais sans preuve satisfaisante.

Au cours de l'étude des conditions thermiques industrielles, il y a environ 16 ans, mon ancien collègue le Dr. WARNER et moi avons noté à plusieurs reprises une curieuse sensation d'inconfort qu'il était difficile d'expliquer. Une étude attentive de nos mesures révéla alors que les conditions étaient telles que la température radiante moyenne était inférieure de plusieurs degrés à la température de l'air. Nous n'eûmes pas la possibilité de pousser la question plus loin avant la seconde guerre mondiale, mais depuis la fin de cette guerre les Membres de mon groupe de recherches ont pu poursuivre des études sur le rôle du rayonnement dans la sensation de confort.

Il était d'abord nécessaire de chercher à vérifier expérimentalement les conclusions auxquelles étaient parvenus les Commissions de 1857. MM. CHRENKO et MUNRO ont alors effectué des expériences au Laboratoire de Chauffage de la Building Research Station, lequel fut mis généreusement à notre disposition par le Directeur de la Building Research. Parmi les Membres de cette Station, cent six hommes et trente-neuf femmes acceptèrent de servir de sujets pour les expériences.

Les caractéristiques de la pièce d'essais furent choisies de façon que la température radiante moyenne et la température de l'air soient égales dans certains cas; dans d'autres cas, la température radiante moyenne était inférieure à la température de l'air et dans d'autres cas, enfin, la température de l'air était inférieure à la température radiante moyenne. Ces conditions peuvent être précisées par les termes respectifs d'ambiance à murs neutres, à murs froids et à murs chauds. Chacune de ces trois conditions était utilisée à des températures équivalentes d'environ 15,5° C, 18° C et 21° C, de sorte qu'il y avait, en tout, neuf conditions ambiantes différentes. Les sujets ne pouvaient assister à ces neuf expériences, aussi leur fut-il demandé d'assister seulement à trois. Chaque sujet fut placé dans une ambiance à murs chauds, à murs froids et à murs neutres, à un niveau donné de température équivalente, de telle sorte que pour les trois niveaux de température équivalente il y eut trois groupes de sujets. Dans l'ambiance à murs froids la température radiante moyenne était inférieure d'environ 3° C à la température de l'air, alors que dans l'ambiance à murs chauds cette température radiante était supérieure d'à peu près 2° C à la température de l'air. Dans les conditions de l'expérience, on ne pouvait obtenir des différences stables plus élevées. La vitesse de l'air était faible, environ 5 à 7 cm/s. Après 30 mn d'expérience, puis après 90 mn, on demandait aux sujets d'estimer leur sensation générale de chaleur et leur impression de fraîcheur ou de lourdeur de l'ambiance. Nous distinguons en effet sensation générale de chaleur et sensation générale de bien-être, dans ce dernier cas, soit de fraîcheur, soit de lourdeur. Les impressions de fraîcheur ont été repérées par l'échelle suivante qui a été utilisée pour la première fois par le Dr. WARNER et moi-même.

REPÈRE
numérique

Très stagnant	0
Très stagnant à stagnant	1
Stagnant	2
Stagnant à indifférent	3
Indifférent	4
Indifférent à frais	5
Frais	6
Frais à très frais	7
Très frais	8

Dans ce tableau les plus hautes valeurs numériques correspondent aux sensations de plus grande fraîcheur. On a ensuite exploité statistiquement les résultats, en tenant compte bien entendu du fait que cette échelle de sensations est arbitraire. On ne peut, en effet, supposer que les degrés de l'échelle indiquent des écarts équivalents de sensations. Cependant, bien qu'un traitement mathématique de ces valeurs numériques soit philosophiquement peu valable, nous pensons que ce procédé est justifié par la valeur pratique des résultats que nous avons obtenus.

Une ambiance froide tend à produire une sensation de fraîcheur, cependant que le contraire tend à se produire avec une ambiance chaude. Ce résultat est prouvé par la figure 1, où la courbe montre que la fraîcheur diminue au fur et à mesure que la température équivalente augmente (la température équivalente utilisée en Angleterre est très analogue à la température résultante sèche de M. MISSENARD). Mais le diagramme montre également qu'à un niveau donné de sensation de chaleur, c'est-à-dire à une température équivalente donnée, les sujets

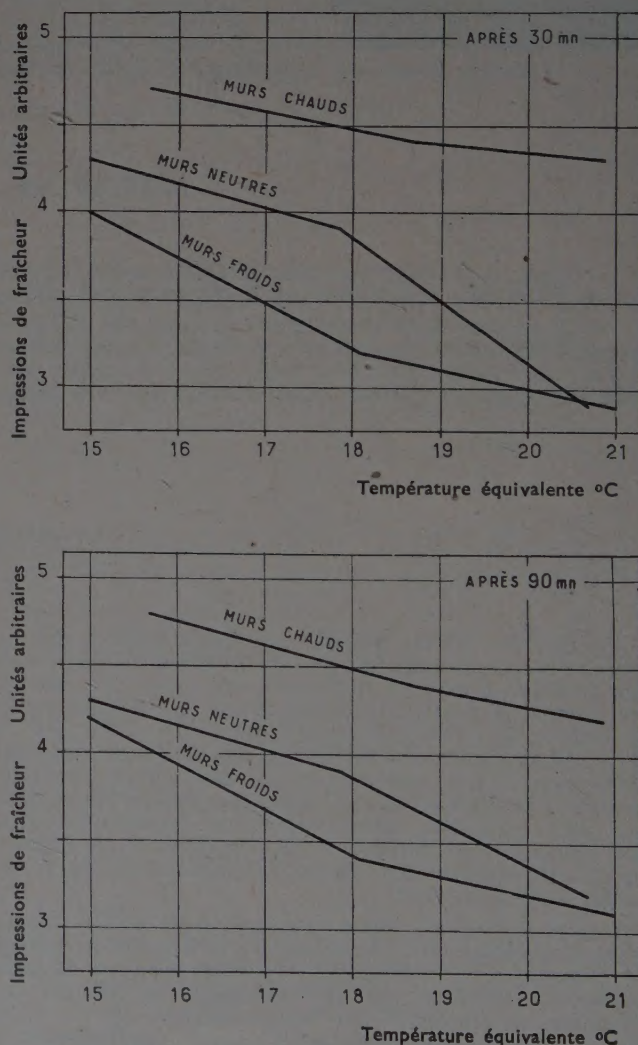


FIG. 1. — Impressions de fraîcheur (unités sur une échelle arbitraire) en relation avec les températures équivalentes (MUNRO et CHRENKO).

éprouvent une plus grande sensation de fraîcheur dans l'ambiance à murs chauds que dans l'ambiance à murs froids.

Les résultats sont représentés d'une manière différente à la figure 2. Il est montré qu'à une température équivalente donnée, les sujets éprouvent une sensation de fraîcheur d'autant plus grande que la différence entre la température radiante moyenne et la température de l'air est plus élevée.

On a demandé également aux sujets d'exprimer leur préférence sur les différentes ambiances à même température équivalente. 72 % trouvent l'ambiance à parois chaudes plus agréable, 15 % restent indécis, et 12 % seulement préfèrent l'ambiance à parois froides.

De ces résultats, nous pouvons conclure que les observations des Commissions de 1857, en ce qui concerne les effets de la température des parois ambiantes, se trouvent expérimentalement vérifiées.

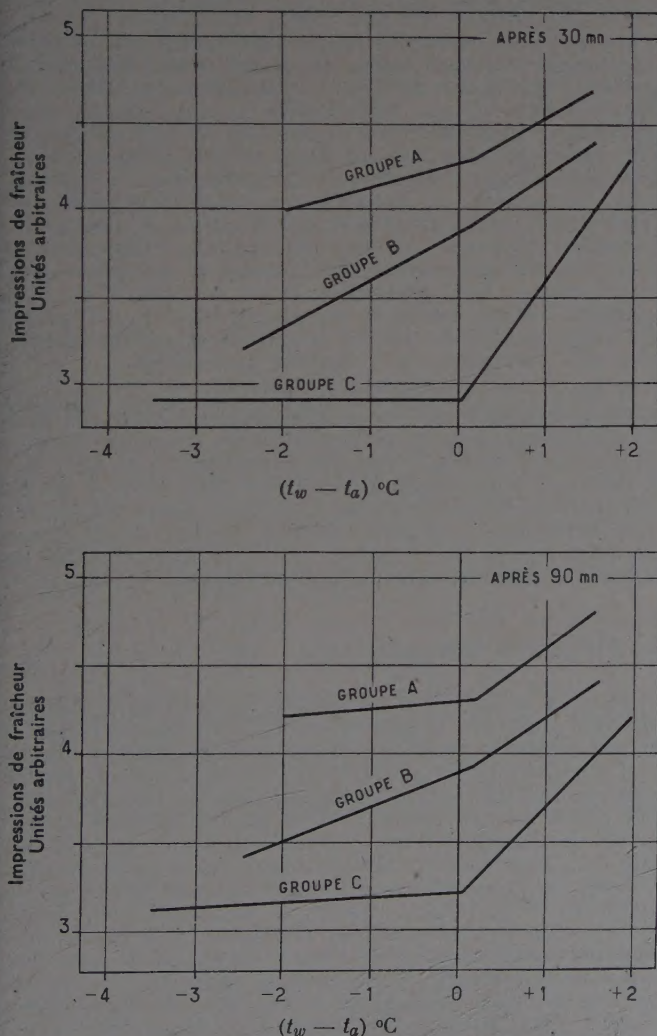


FIG. 2. — Impressions de fraîcheur (unités sur une échelle arbitraire) en relation avec la différence entre la température radiante moyenne (t_w) et la température de l'air (t_a) avec les températures équivalentes de (A) 15,5° C (B) 18° C et (C) 21° C (MUNRO et CHRENKO).

2° Chauffage par le plafond.

Il est intéressant de noter quelques autres conclusions de ces Commissions anglaises, d'il y a un siècle :

- 1° Le sol doit être à la plus haute température du local;
- 2° La température de l'air doit décroître progressivement du sol vers le plafond;
- 3° Le plafond doit être à une température très peu différente de celle de la couche d'air immédiatement en-dessous, cette température devant être la plus basse du local.

Il est difficile pratiquement d'éviter que la température de l'air ne décroisse en hauteur, mais avec une méthode de chauffage adéquate, on peut être sûr que la température de l'air au niveau du plafond sera très peu supérieure à celle de l'air au niveau du sol. Il y a plus de 30 ans que Sir LEONARD HILL a insisté fortement sur la nécessité d'éviter des différences de température entre le sol et le plafond. Pendant de nombreuses années, j'ai également souligné cette nécessité. En nous référant au chauffage par convection, le regretté Dr. VERNON et moi-même avons insisté pour que les surfaces de chauffe soient installées aussi bas que possible.

Au cours de ces trente dernières années, et surtout durant ces toutes dernières années, on a assisté à un très grand développement des méthodes de chauffage par rayonnement. Dans les bâtiments commerciaux, et dans les hôpitaux, écoles et usines, on a beaucoup utilisé le chauffage par le plafond.

Avec un système de chauffage par rayonnement, la température radiante moyenne est légèrement supérieure à la température de l'air, mais il ne s'ensuit pas forcément que l'ambiance ainsi créée soit considérée comme également confortable. Notre expérience personnelle nous suggère que, dans les conditions climatiques habituelles de l'Angleterre et de la France, dans des locaux d'au moins 3,5 m de hauteur sous plafond, le chauffage par le plafond ne crée pas d'inconfort, mais que dans des locaux à hauteur plus faible, il peut apparaître des sensations de désagrément; c'est pourquoi, à la suite des travaux que j'ai déjà décrits, il a paru logique d'entreprendre l'étude des différents problèmes de confort liés au chauffage par rayonnement et nous avons cru souhaitable de commencer par l'étude du chauffage par le plafond.

De divers côtés, on nous demande en particulier d'essayer de fournir des directives en ce qui concerne la température maximum du plafond, en fonction de la hauteur de ce plafond et de l'aire de la surface chauffante. Cette étude a été entreprise par M. CHRENKO avec la collaboration d'autres Membres de mon groupe de recherches. Nous avons utilisé également pour ce travail la chambre expérimentale de la Building Research Station et ce sont également des Membres de cette Station qui ont été utilisés comme sujets d'expérience. Cette étude a été poursuivie depuis plus d'un an et demi, et, bien que 1 800 expériences environ aient été effectuées, le travail n'est pas encore terminé. C'est pour cette raison que je n'ai pas donné de résultats détaillés; même des conclusions larges ne peuvent être données que sous forme provisoire.

Dans une pièce dont les murs et le sol sont maintenus à peu près à la même température que l'air et dont le plafond est chauffé, si la température radiante moyenne au niveau de la tête dépasse la température de l'air de plus de 3° C, une proportion importante des sujets (pro-

blement 20 à 25 %) éprouveront une sensation d'inconfort. C'est là un résultat intéressant en ce sens que mes nombreuses années d'expérience m'avaient permis de conclure que si la température de l'air au niveau de la tête est supérieure de plus de 3° C à celle de l'air au niveau du sol, il y a également inconfort. L'inconfort dû au plafond chauffant est d'ailleurs obtenu même lorsque les sujets ne peuvent se rendre compte que leur tête est trop chaude. Dans les limites de l'exploitation actuelle des résultats expérimentaux, il semble que l'excès de température radiante moyenne, auquel je me suis référé, soit le meilleur critérium pour décider s'il y a ou non inconfort, mais je n'ai pu avoir pour le moment une précision absolue sur ce point.

Les résultats sont d'ailleurs également repérés en tenant compte du flux incident sur la tête et sur le front.

3° Ambiances stimulantes.

J'ai déjà signalé notre distinction entre sensation générale de chaleur et sensation de fraîcheur ou d'invigoration, d'une part et de stagnation ou d'énervement, d'autre part. Nos sensations générales de chaleur dépendent de l'ensemble des effets de l'ambiance thermique sur la surface totale du corps. Les impressions de fraîcheur ou de lourdeur dépendent de la stimulation ou du manque de stimulation de la peau et peut-être des voies respiratoires. La stimulation dépend des modifications dans l'ambiance des récepteurs de sensations. Sans modification, il n'y a pas stimulation. Des modifications brutales dans la vitesse ou la direction du vent peuvent suffire à provoquer des sensations tactiles. Les modifications dans le mouvement de l'air qui se produisent normalement dans les locaux bien ventilés, suffisent pour stimuler les récepteurs thermiques. De même la variabilité des autres facteurs thermiques peut contribuer à provoquer de telles stimulations.

Il y a 25 ans, VERNON, WARNER et moi-même, avons étudié l'effet des mouvements de l'air, de la température et de l'humidité, sur nos impressions de fraîcheur, en utilisant l'échelle des sensations dont je vous ai déjà parlé. Ultérieurement, WARNER et moi, avons procédé à un examen plus détaillé des résultats. La sensation de fraîcheur est nettement liée à la température de l'air, une pièce froide tendant à être plus « fresher » qu'une pièce chaude. A température constante, l'on constate une influence très nette du mouvement de l'air, les vitesses élevées étant associées à des sensations de plus grande fraîcheur. A température et vitesse de l'air moyennes constantes, une variabilité plus grande de la vitesse correspond à une plus grande fraîcheur. Dans les observations qui furent faites au cours d'études effectuées dans les usines, les variations de température d'air mesurées à des intervalles de 2,5 s, pendant des périodes de 5 mn, étaient faibles — la variation moyenne étant en général inférieure à 0,2° C et ces faibles variations n'avaient aucune influence sur les sensations. Pour une température et une vitesse de l'air constantes, il y avait également une corrélation significative entre le degré d'humidité et la fraîcheur. Une atmosphère sèche paraît plus fraîche qu'une atmosphère humide. Il apparaît donc de ces observations qu'une modification d'humidité qui est insignifiante du point de vue de la sensation générale de chaleur, peut avoir une influence notable sur la sensation de fraîcheur. Ce résultat a été confirmé par les études récentes de CHRENKO et MUNRO dont je vous ai déjà parlées, et ces chercheurs ont suggéré que cet effet était probablement dû à la stimulation rythmique des muqueuses nasales due au refroidissement par évaporation.

Je vous ai déjà signalé que CHRENKO et MUNRO avaient montré que pour un même niveau de sensation générale de chaleur, un local à murs chauds paraît plus frais qu'un local à murs froids. Dans les expériences avec murs chauds, la pression de vapeur d'eau était inférieure, de 2 ou 3 mm de mercure, à celle constatée dans le cas où les murs étaient froids et on a dû conclure que cette différence pouvait contribuer pour une certaine part à la sensation de fraîcheur plus grande éprouvée dans le cas de murs chauds.

Les travaux de HARDY et OPPEL, du New-York Hospital, semblent montrer qu'une sensation de chaleur peut être provoquée par les expositions de la peau de 3 s à des rayonnements d'une intensité de 0,00015 cal/cm²/s. Une telle modification dans l'intensité du rayonnement peut être provoquée par un relèvement brutal de température des parois d'un peu plus de 1° C, la température, la vitesse et l'humidité de l'air restant par ailleurs constantes. Des modifications de ces paramètres de l'air qui provoquent évidemment des modifications dans les échanges par convection ou par évaporation provoquent vraisemblablement des sensations différentes.

Les conclusions sur l'effet de l'ambiance sur les sensations de fraîcheur sont, je pense, d'un très grand intérêt. Pour le moment elles sont surtout qualitatives. Des données plus quantitatives sont évidemment nécessaires pour que les Ingénieurs de Chauffage et Ventilation puissent établir leurs projets avec la certitude de fournir une ambiance « invigorante ». Il est nécessaire, en particulier, d'améliorer nos connaissances sur l'effet de l'intensité et de la distribution du rayonnement. Par ailleurs, nous savons que les courants d'air variables — de vitesse suffisamment faible pour ne pas provoquer de plaintes — sont préférables à des courants d'air uniformes de vitesse moyenne identique; mais nous n'avons aucune connaissance valable de la fréquence et de l'amplitude des variations qu'il faudrait rechercher.

Il me paraît possible que les réponses à ces différents problèmes puissent être approximativement trouvées dans les résultats de HARDY et OPPEL, et les membres de mon groupe de recherches ont déjà commencé à étudier ces problèmes; nous espérons, par exemple, qu'une petite pile thermo-électrique à vide, que nous venons d'acquérir nous permettra de mesurer les très légères modifications de température de la peau, qui se produisent avec de faibles variations des conditions thermiques de l'ambiance.

4° Un nouvel anémomètre.

Pour la mesure des faibles, ou relativement faibles, vitesses d'air des locaux occupés, nous avons jusqu'ici utilisé le catathermomètre de Sir Leonard HILL et depuis plusieurs années des catathermomètres à boules argentées, de façon à réduire les erreurs dues au rayonnement. Ces appareils ont rendu de très grands services et ont fourni des résultats d'une précision suffisante pour le but que nous poursuivons. Mais les observations sont longues et pour les recherches que nous avons entreprises sur la demande de la Marine à la fin de la guerre, nous avons besoin d'un instrument plus rapide et plus précis. Les appareils commerciaux du type à fil chaud ne nous ont pas semblé convenir, d'une part, à cause du rôle important de la convection naturelle, aux vitesses d'air faibles, d'autre part, parce qu'il s'agissait de mouvements turbulents et que les appareils de commerce doivent être orientés par rapport aux mouvements de l'air. Le Dr. J. E. LOVELOCK a surmonté ces difficultés en mettant au point, grâce à l'aide du Dr. E. M. WASILEWSKA, un anémomètre ionique.

Le premier instrument (fig. 3) était constitué par une sphère de 1 cm de diamètre, recouverte de polonium. La sphère est entourée de deux cages concentriques en fil de 3 et 4 cm de rayon. Chaque cage comprend trois anneaux perpendiculaires. La cage extérieure est reliée à la terre, la cage intérieure l'est également, mais par l'intermédiaire d'un électromètre. La sphère centrale est chargée d'un potentiel d'environ 100 V. Les particules α , émises par les revêtements en polonium de la sphère, ionisent l'air au voisinage de la sphère et les ions sont collectés par la cage intérieure. Le nombre d'ions collectés est maximum lorsque l'air est calme. Lorsqu'on augmente la vitesse de l'air sur l'instrument, le nombre d'ions collectés diminue, ainsi que le courant ionique mesuré par l'électromètre. L'instrument n'est pas chauffé, de sorte que les effets de convection naturelle sont absents et il est en outre omni-directionnel. Il a déjà rendu de grands services. Il y a cependant eu une difficulté une fois que l'anémomètre a été construit et mis en service. Nous avons appris que le polonium présentait un certain danger. C'est pourquoi nous avons décidé de chercher une autre source radioactive et nous utilisons actuellement à cet usage une feuille d'alliage radium-or. La radio-activité de la source est si faible qu'avec quelques précautions simples, nous ne craignons aucune perturbation des radiations β et γ . Dans le modèle original, l'électromètre nécessitait un supplément de courant pris sur une distribution électrique. Un modèle avec batterie a été mis au point qui permet de réduire à la fois le poids et le volume.

5° Hygiène de l'air.

Pendant la guerre, différents Membres du personnel du Medical Research Council ont entrepris des recherches nombreuses sur l'hygiène de l'air. Ces recherches ont permis de mettre au point un appareil de prise d'air à vent pour échantillonnage des bactéries contenues dans l'air, elles ont permis de développer nos connaissances sur les sources de contamination et les méthodes de réduction de la concentration bactérienne de l'air. Ont été également entreprises des études bactériologiques de l'air dans différents endroits.

Depuis la fin de la guerre, certaines de ces études ont été poursuivies. L'une des plus importantes, à laquelle les Membres de mon groupe de recherches ont collaboré avec leurs collègues du Central Public Health Laboratory, a consisté à étudier l'intérêt de l'irradiation ultra-violette dans les écoles. On a enregistré des rapports détaillés sur l'absentéisme et les causes de cet absentéisme; des échantillonnages bactériologiques, des mesures de ventilation et des mesures thermiques ont été égale-

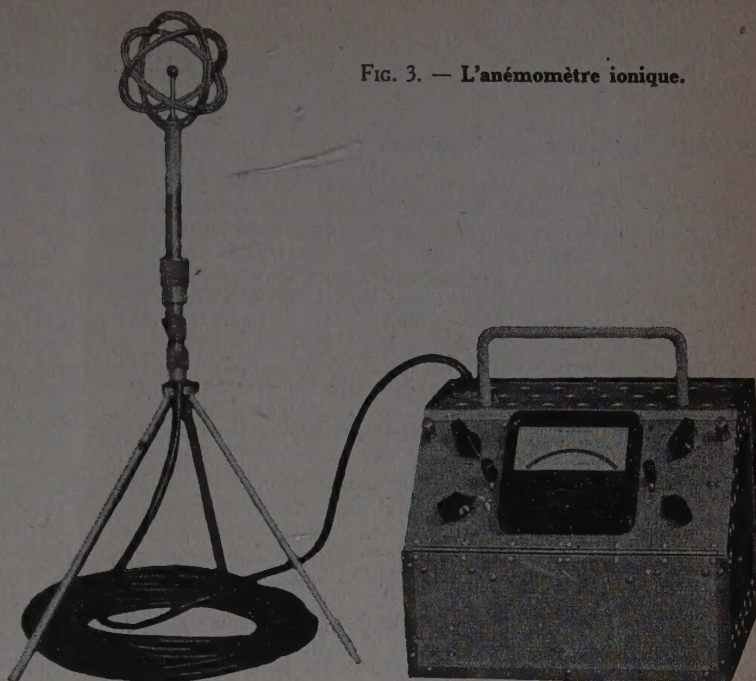


Fig. 3. — L'anémomètre ionique.

ment exécutées. La grande masse de données réunies est encore à l'analyse, et il ne m'est pas possible pour le moment de vous donner des conclusions sur ce point.

6° Chauffage et Ventilation des habitations.

Je vous ai jusqu'ici parlé surtout des travaux de mes collègues du Medical Research Council, mais je dois également vous signaler, bien que brièvement, les très importants travaux de nos amis de la Building Research Station. Pendant plusieurs années des études à échelle grandeur ont été poursuivies dans un groupe important de maisons expérimentales, équipées avec différents systèmes de chauffage. Les mesures les plus importantes ont porté sur la consommation en combustible, les températures et le taux de ventilation. En outre, de nouvelles études ont été entreprises dans lesquelles les mesures physiques sont liées à des considérations sociologiques; ces études ont eu lieu dans des bâtiments appartenant aux autorités locales. La plupart des résultats obtenus ont d'ailleurs déjà été publiés.

Bien que l'essentiel de ces recherches ait porté sur des bâtiments à échelle grandeur, on a également entrepris des études dans des écoles et des hôpitaux.

II. — APPLICATIONS RÉCENTES

1° Chauffage des habitations.

L'Anglais préfère toujours le foyer ouvert pour le chauffage de sa maison. Il aime s'asseoir les soirs d'hiver à la lueur du feu et se pénétrer de chaleur rayonnante. Depuis il y a bien un siècle, de nombreux auteurs ont fait observer les mauvaises distributions de chaleur ainsi obtenues. Dans une pièce avec un foyer ouvert ordinaire, des conditions réelles de confort n'existent que dans une petite zone du local; près du feu, il fait trop chaud, loin du feu, il fait trop froid. Pour éviter ces difficultés, un de vos compatriotes, Louis SAVOT, avait proposé, il y a de cela 300 ans, de transformer les foyers ouverts en convecteurs. Depuis cette époque, de temps en temps, on utilise en Angleterre des cheminées ventilées, mais elles ne sont pas encore d'un usage courant.

Depuis la fin de la guerre, on marque une tendance de plus en plus nette en Angleterre à utiliser le chauffage par convection. Dans une pièce — la salle à manger — on prévoit toujours un foyer ouvert brûlant du combustible solide, mais les conduits de fumée sont arrangés de telle sorte que l'air chauffé par le feu traverse les autres pièces. Le but n'est pas de porter la température de cette pièce à un niveau vraiment confortable, mais de fournir ce qu'on appelle un chauffage de base, c'est-à-dire une température d'environ 10 à 13° C. Dès lors, si les occu-

pants souhaitent avoir une chaleur suffisante pour un travail prolongé, cette satisfaction peut être obtenue par l'utilisation d'un chauffage électrique ou au gaz. Ce chauffage par convection a donné entière satisfaction.

2° Chauffage par rayonnement dans les usines.

Un développement intéressant de l'application du chauffage par rayonnement, dans les usines et autres grands espaces, consiste à utiliser de l'eau surchauffée telle que cela a été réalisé dans certaines installations. Nous avons, mes collègues et moi, examiné une de ces installations dans une grande usine. Elle consiste en panneaux de 2,40 m sur 1,40 m suspendus verticalement à environ 2,40 m au-dessus du sol. La température des panneaux au moment de notre examen était d'environ 135° C. Quelques éléments du système sont réglés thermostatiquement. Les mesures ont montré que les gradients de température étaient pratiquement nuls — la température était la même au niveau de la tête et au niveau du sol. Dans l'ensemble, des conditions de confort très nettes étaient réalisées. C'est seulement à quelques endroits que le rayonnement sur la tête était assez élevé pour provoquer des plaintes; nous en avons conclu que le difficile problème de chauffage de grandes usines avait été résolu par ce système avec un grand succès.

CONCLUSION

Dans le temps qui m'était alloué, Monsieur le Président, il m'était impossible de vous donner un compte rendu complet du travail qui est entrepris en Grande-Bretagne. Mais j'espère que j'ai pu vous donner une idée générale du travail que nous sommes en train d'accomplir. Permettez-moi également de vous remercier, Messieurs, de

votre indulgence envers mon essai d'utilisation de votre langue. Comme beaucoup de mes compatriotes, je suis un pauvre linguiste, mais malgré cette épreuve — et la vôtre — j'ai véritablement un grand plaisir à participer à ce Congrès.

CONCLUSION DU PRÉSIDENT

LE PRÉSIDENT. — M. le Dr. BEDFORD, étant donné l'importance capitale de votre exposé, je voudrais dire un mot, car je crains une confusion. Nous n'avons pas pu traduire de façon satisfaisante le mot « freshness ». Nous n'avons pas de terme équivalent en français. Il a été traduit par « fraîcheur », mais « fraîcheur » a un sens, en français avec lequel on risque de confondre. Dans la notion de « freshness » il s'agit en réalité d'une impression de stimulation. Ce que veut dire le Dr. BEDFORD, c'est qu'à sensation de chaleur égale, certaines ambiances sont stimulantes et donnent envie de travailler, alors que d'autres donnent envie de s'assoupir.

Aussi la traduction française en « fraîcheur » n'est pas heureuse et si nous pouvions trouver un autre mot, j'avoue que j'en serais très content. En somme « freshness » dans ce sens ne veut pas dire « froid », mais plutôt « revigorant », « stimulant ».

Je serai certainement votre interprète en remerciant

chaleureusement le Dr. BEDFORD de son exposé extrêmement intéressant.

Je tiens à souligner l'importance des travaux poursuivis actuellement en Angleterre, malgré les difficultés que j'ai signalées tout à l'heure, à savoir celles de la reconstruction. En particulier, la notion de « freshness » que nous avons traduite, je le répète, imparfaitement par le mot « fraîcheur », semble être très féconde et doit apporter des lumières intéressantes sur l'effet stimulant des différents modes de chauffage.

D'ailleurs, comme vous l'avez vu, le chauffage par rayonnement est très en honneur en Angleterre. Il est d'ailleurs équitable de dire que ce pays est à l'origine de ce procédé de chauffage qui se développe beaucoup, puisque actuellement, on l'emploie de plus en plus fréquemment dans tous les pays, aussi bien en Amérique qu'en Europe.

LES RECHERCHES EN ALLEMAGNE

Par M. le Professeur-Docteur W. Liese,

Directeur à l'Institut Robert Koch pour l'hygiène et les maladies infectieuses.
Rédacteur en chef du *Gesundheits Ingenieur*.

AVANT-PROPOS DU PRÉSIDENT



(Photo Y. Hervochon.)

Le Professeur LIESE de Berlin, également connu dans le monde entier, est un spécialiste éminent des relations thermiques du corps humain et de l'ambiance. C'est un biologiste venu à la technique, alors que beaucoup d'entre nous sont, au contraire, des physiciens plus ou moins formés à la physiologie.

J'ai d'ailleurs eu le plaisir de faire sa connaissance en 1938, alors que j'étais allé recevoir à Berlin la grande plaquette Rietschel, qui venait de m'être décernée. J'avais été chargé par le Gouvernement français, présidé à l'époque par M. BLUM, de représenter à cette occasion notre pays au congrès allemand.

Je me souviens de nos angoisses communes et de notre ardent désir de tout faire, dans la faible mesure de nos moyens, pour éviter la catastrophe. Au cours de ces années tragiques, chacun de nous a fait, de son côté, son devoir, tout en déplorant la stupidité des hommes.

Lors du changement de régime qui survint à Berlin en 1945, le Professeur LIESE fut appelé, en accord avec les Alliés, à la direction des services d'hygiène de la capitale allemande.

Je suis heureux de saluer en sa personne un des hommes de meilleure volonté que j'ai rencontrés au cours de ma carrière scientifique et c'est pourquoi je salue en lui cette science et cette technique allemandes qui ont tant fait par le passé pour les progrès de notre industrie et qui sont toujours nécessaires à son complet épanouissement.

Le Professeur LIESE est d'ailleurs rédacteur en chef du *Gesundheits Ingenieur*, le grand journal allemand qui est le porte-parole de la technique allemande dans son pays et hors de ses frontières.

EXPOSÉ DE M. W. LIESE

Permettez-moi d'abord de remercier vivement M. le Directeur de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics qui m'a si aimablement invité à venir à Paris assister à ce cycle de conférences et pour la chaleureuse allocution de bienvenue de M. le Président MISSENAUD.

C'est un grand honneur pour moi d'être parmi vous et c'est un plaisir personnel de pouvoir participer au Congrès qui vient de s'ouvrir sous la direction de M. le Président MISSENAUD.

LA TEMPÉRATURE DE CONFORT

Je voudrais vous dire que je ne parlerai pas en tant qu'ingénieur, mais plutôt du point de vue de l'hygiène.

Comme dans d'autres pays d'ailleurs, les spécialistes allemands se sont occupés durant ces dernières années du problème particulier que pose le comportement thermique de l'homme dans un lieu chauffé. Les lois du bien-être sont basées sur la physiologie thermique qui est heureusement un des chapitres les mieux connus de la physiologie humaine.

La figure 1 donne un aperçu des résultats obtenus dans ce domaine par la recherche internationale. On s'aperçoit que c'est la température de l'air ou, pour s'exprimer plus exactement, la température radiante moyenne d'abord, et la vitesse de l'air ensuite, qui représentent

les éléments les plus importants du climat pour la création des conditions du bien-être d'un lieu habité quelconque.

Une pièce non chauffée en été, ayant une température estimée agréable, se distingue par trois facteurs importants que voici :

1° La température radiante moyenne est supérieure de quelques dixièmes de degrés à la température de l'air. Ceci signifie que les vraies températures des surfaces environnantes : les murs, le plancher, le plafond et les fenêtres sont presque égales.

2° Toutefois la température du plancher est légèrement inférieure à celle du plafond.

3° L'allure de la température de la pièce entre le plancher et le plafond est presque linéaire.

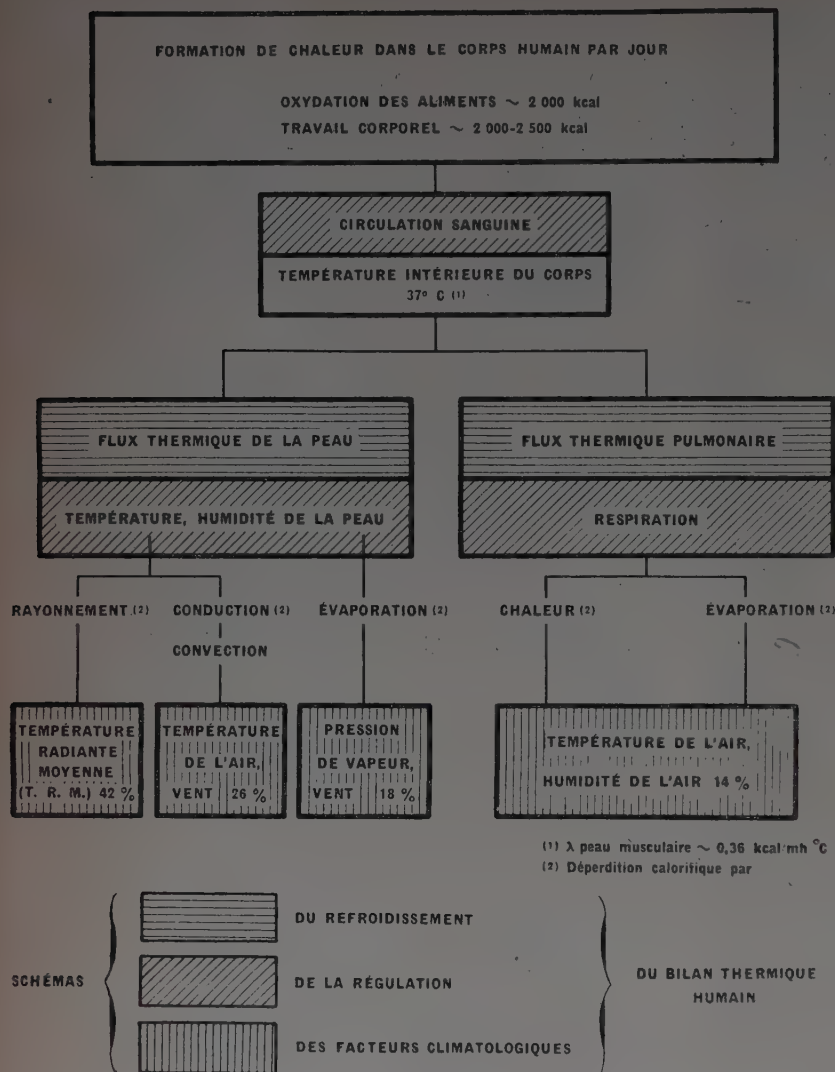


FIG. 1.

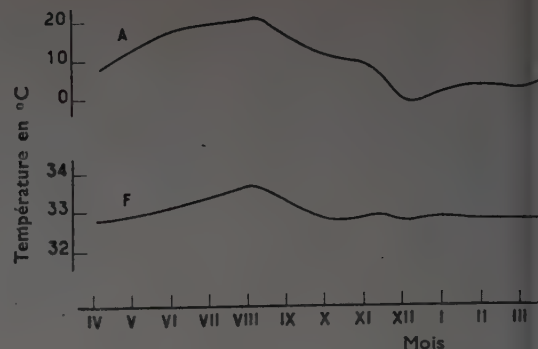


FIG. 2. — Température moyenne mensuelle de l'air extérieur A et température moyenne mensuelle F du front (mesures et observations de LIESE sur 10 individus).

Des spécialistes de l'hygiène insistent pour dire qu'un lieu chauffé, en hiver, doit offrir des conditions semblables. Elles devraient cependant être limitées par l'existence d'une certaine sensibilité thermique de l'organisme, variable suivant les saisons annuelles.

On sait que la température de confort est légèrement supérieure en été, à celle de l'hiver. Ceci résulte du pouvoir de l'organisme humain de s'accommoder aux saisons différentes.

Dans la figure 2 on a représenté l'évolution de la température moyenne de l'épiderme pendant l'été et l'hiver. On voit qu'elle a tendance à être supérieure en époque chaude. Les courbes que nous donnons résultent de plus de 2 000 mesures particulières.

M. MISSENAARD a bien raison lorsqu'il recommande de chauffer en automne, c'est-à-dire au début de la période de chauffage, un peu plus que pendant les mois d'hiver, et agir de même vers la fin du printemps.

Le bilan thermique humain se compose des gains et des pertes de chaleur. La sensibilité thermique découle du mode et de l'intensité de leur action sur l'organisme. Une perte calorifique qui se manifeste par exemple sur le dos ou sur les pieds, ne peut pas être compensée par un apport thermique accru vers d'autres parties du corps.

MODES DE CHAUFFAGE

Nous distinguons des chauffages par rayonnement et par convection. Ce classement n'est pas seulement technique, il indique en même temps les conséquences physiologiques particulières.

Chaque mode de chauffage possède des avantages et des inconvénients techniques et hygiéniques. Ainsi le chauffage par radiateur électrique par exemple, qui émet une radiation calorifique, provoque un sentiment thermique tout autre que le chauffage par l'air chaud où se font sentir déjà plus fortement le mouvement et l'humidité de l'air, car la chaleur rayonnée agit physiologiquement tout autrement que la chaleur transmise par convection.

Ce problème, qui est de tout premier ordre, a suscité chez nous de nouveau un intérêt expérimental particulier.

La figure 3 donne schématiquement les pertes par rayonnement et par convection dans les procédés différents de chauffage.

On voit que les corps rayonnants, les radiateurs électriques et les cheminées, constituent les extrêmes pour le chauffage par rayonnement et le chauffage par l'air chaud représente l'extrême du chauffage par convection.

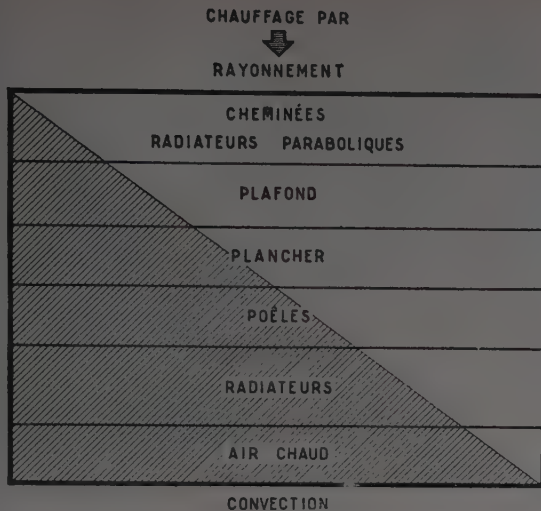


FIG. 3. — Émission calorifique par rayonnement et par convection des systèmes de chauffage.

Les déperditions par rayonnement des surfaces d'un local d'habitation s'expriment par les rapports suivants :

Plafond	70
Mur	60
Plancher	50
Radiateur	30

Je viens de dire quelles sont les conditions du confort pour satisfaire la sensibilité calorifique humaine en été dans une pièce non chauffée.

Il incombe maintenant de déterminer des conditions analogues dans une pièce chauffée. Il y a quelques années que SETTELE et moi avons réalisé des mesures et fait des observations dans ce but. Les résultats sont représentés sur la figure 4. Ils ne constituent cependant qu'une première orientation superficielle sur ces faits. Toutes les

pièces chauffées montrent une différence remarquable par rapport à une pièce non chauffée.

Le local muni d'un chauffage disposé dans le plancher donne une répartition de températures, entre le plancher et le plafond, qui ressemble à celle d'une pièce non chauffée en été, mais elle se distingue par des températures plus élevées en bas du local.

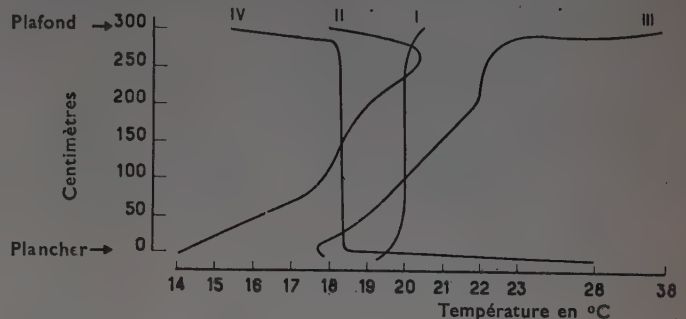


FIG. 4. — Courbes de température intérieure entre sol et plafond

- I. Sans chauffage (été).
 - II. Chauffage par radiateurs.
 - III. Chauffage par le plafond.
 - IV. Chauffage par le sol.
- (Mesures de SETTELE et LIESE.)

Une pièce ayant un chauffage disposé dans le plafond a un plancher relativement moins chaud que le plafond. Elle tend à reproduire ainsi en principe les conditions qui existent dans un local d'habitation non chauffé en été.

Le chauffage par radiateurs donne en général pour le plancher des températures beaucoup plus basses que pour le plafond.

L'effet d'une surface chaude, sur une autre qui est plus froide, se traduit par un rayonnement calorifique qui dépend de l'écart de leurs températures superficielles, de leur distance et de leurs dimensions.

FACTEUR ANGULAIRE

Tous ces facteurs s'expriment par un chiffre nommé facteur angulaire ou géométrique. Il indique l'angle moyen sous lequel une surface est vue par une autre. Il exprime le rapport inverse du flux rayonné d'une surface vers une autre ayant une position quelconque par rapport à la première. La valeur 1, qui est le maximum, signifie que toute chaleur rayonnée est transmise par une surface sur l'autre comme c'est le cas de deux sphères en position concentrique. Dans un cube n'ayant qu'une seule face rayonnante, chacune des cinq autres faces ne reçoit que 20 % de la chaleur émise, ce qui correspond à un coefficient angulaire de 0,2.

Des mesures ont démontré que les températures de l'épiderme des pieds sont les plus basses du corps humain. Ceci est représenté par la figure 5. C'est avec ces températures que des conditions physiologiques satisfaisantes sont établies par un plancher chauffé, du fait qu'il existe un contact direct de celui-ci avec les pieds.

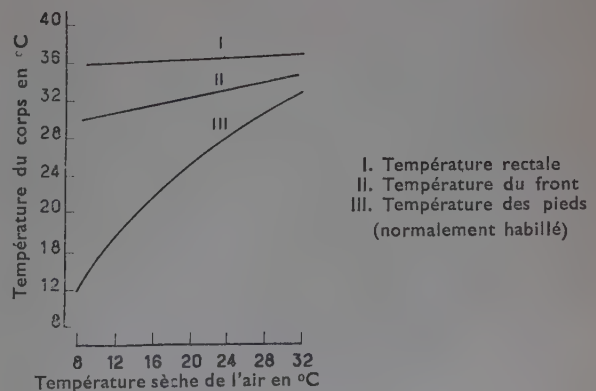


FIG. 5. — Température sèche de l'air.

Néanmoins, d'après nos observations, la température du plancher ne doit pas dépasser 25° C si on veut éviter des sentiments de lassitude et de fatigue.

En chauffant le plafond on crée sans doute des conditions favorables à l'absorption du rayonnement par la tête. Mais pour éviter toute excitation physiologique défavorable et locale, on ne devrait pas admettre un flux thermique supérieur à 0,06 kcal/cm²/mn à une température ambiante de 18° C.

Les conditions du chauffage doivent être réalisées de telle sorte que le rayonnement du plafond vers le corps, résultant surtout de la distance entre les deux et du facteur angulaire, soit environ 0,06 kcal/cm²/mn.

L'expérience pratique a démontré que cette condition est établie pour le plafond chauffé uniformément, d'une pièce d'habitation normale si sa température se trouve entre 32 et 34° C. Du point de vue de l'hygiène et de la physiologie, on peut dire que l'évolution de la technique du chauffage vers le chauffage par rayonnement constitue un progrès indéniable.

Mais l'emploi des surfaces radiantes constituées sché-

matiquement par des éléments donnant partout un flux calorifique homogène n'est pas encore la solution du problème. Il est indispensable qu'on s'efforce de réaliser un rayonnement qui tienne compte du facteur angulaire de la surface radiante par rapport à une personne demeurant dans la pièce à plusieurs endroits, tenant compte de l'influence des fenêtres, portes et murs extérieurs.

La détermination de la grandeur de la surface radiante et la manière dont elle doit être disposée dans le plafond et les murs, sur la base du facteur angulaire, est très compliquée. On s'en est beaucoup occupé dans divers pays. Aussi, en Allemagne, on a développé des méthodes de calcul et je ne cite que les études parues dans le journal *Gesundheits Ingenieur*, faites par le Dr. KOLLMAR.

A notre avis, il faut préférer le chauffage par plafond radiant au plancher chauffant. On est aussi d'avis chez nous qu'une partie de la surface radiante doit être placée dans les murs, et si possible sous les fenêtres. Ainsi le chauffage par surface radiante devient le chauffage idéal pour des lieux habités par des personnes, par exemple les appartements, salles d'école, bureaux, hôpitaux et même certains ateliers.

FRAIS D'INSTALLATION

Le fait que les frais d'investissement sont relativement grands — ils dépassent au moins de 20 % ceux du chauffage à eau chaude — constitue un inconvénient considérable. Ce n'est actuellement que pour des salles d'opération que ce mode de chauffage a une certaine chance d'être appliqué en Allemagne.

Actuellement, c'est toujours le poêle qui constitue le moyen de chauffage de la plupart des appartements en Allemagne. Ce n'est que dans les grandes villes, surtout dans les grands appartements, que le chauffage central est appliqué dans une proportion d'environ 25 à 30 %.

Pour des raisons d'hygiène, dans le cadre de l'urbanisme et de l'habitation individuelle, le chauffage par poêle individuel ne convient pas très bien. Il faut donc — et cela est — que les efforts des techniciens et les désirs de la population s'unissent en faveur d'une plus vaste application du chauffage central. Malheureusement, les frais élevés d'installation du chauffage central s'opposent à cette tendance. Aussi, même dans un proche avenir, une part réduite des appartements pourra seulement en être munie.

La tâche énorme qui s'est imposée aux architectes et ingénieurs allemands est d'augmenter le nombre des appartements. Il est indispensable qu'on en construise

au moins 1,8 millions dans les cinq années à venir. Ceci représente aussi pour la technique du chauffage en Allemagne une tâche énorme. Hélas, les perspectives permettant d'utiliser des techniques modernes ne sont guère favorables. Les moyens financiers disponibles, qui sont très réduits, ne permettent pas de prévoir pour les installations de chauffage dans les futures maisons d'habitation des frais d'installation supérieurs à ceux nécessaires pour l'installation de simples poêles.

A cet égard, on s'est beaucoup préoccupé des possibilités de réduction des frais d'installation du chauffage central. Entre autres on a posé les règles suivantes :

1° Le calorifugeage des bâtiments mérite plus d'attention. Les calculs des déperditions calorifiques doivent être réalisés avec plus de soin. La puissance de l'installation de chauffage ne doit donc pas excéder le minimum nécessaire.

2° On peut renoncer à l'installation des radiateurs dans les chambres à coucher à condition que la disposition des pièces le permette.

3° Les radiateurs peuvent aussi être installés ailleurs que sous les fenêtres, par exemple contre les murs intérieurs, à proximité des fenêtres.

4° Les occupants des appartements ne devraient payer que la chaleur réelle utilisée, comme c'est le cas pour le gaz et l'électricité. Ceci entraîne l'installation de compteurs calorifiques.

PERTES CALORIFIQUES

Les règles allemandes pour le calcul des pertes calorifiques prescrivent une température de 20° C dans les locaux d'habitation. On a recommandé de la réduire à 18° C. Puisqu'il y a, en Allemagne, une tendance à surchauffer les habitations et gaspiller la chaleur, une réduction de la puissance des installations pourrait ainsi aider à éliminer cet inconvénient.

On a étudié avec beaucoup d'intérêt les nouvelles règles françaises pour le calcul des pertes de chaleur des locaux en régime continu, parues en 1949. La définition de la température de référence pour l'extérieur et l'intérieur est plus précise que ne le prévoient les règles allemandes en vigueur jusqu'à présent. Il est reconnu qu'un point litigieux dans notre calcul des déperditions est la majoration due au vent.

On a proposé de baser cette majoration uniquement sur le renouvellement d'air, du fait qu'il y a un rapport entre la vitesse du vent et ce renouvellement d'air dans les locaux. On pourrait se servir dans ce cas de l'exemple américain et prendre en considération soit un pourcentage de renouvellement de l'air propre à chaque catégorie de locaux, soit tabler sur des pertes causées par des interstices des fenêtres de conception courante selon la vitesse moyenne du vent.

Personnellement, j'ai suggéré d'établir le calcul à la fois sur la température régionale la plus basse et sur la valeur combinée du refroidissement par la température la plus basse et la vitesse moyenne du vent.

Cette hypothèse suppose l'établissement des « climogrammes » pour les lieux en question qui peuvent être établis au moyen du catathermomètre sec.

CHAUFFAGE CENTRAL

Nous sommes d'avis que le chauffage à eau chaude est le meilleur système de chauffage central, ce qui est prouvé par l'évolution de ce genre de chauffage. On n'installe guère actuellement le chauffage à basse pression de vapeur. On s'efforce de l'éliminer afin d'éviter les suites fâcheuses du point de vue physiologique, suites qui résultent des températures trop élevées des surfaces des radiateurs. La situation se présenterait tout à fait sous un autre angle si on pouvait atteindre un perfectionnement technique dans ce sens. Il semble que l'utilisation des convecteurs permette de réaliser des températures superficielles qui ne dépassent pas celles obtenues par la marche à eau chaude.

On a aussi songé à employer l'air chaud comme fluide calorifique et à réaliser un mode de chauffage central plus économique pour les habitations modernes en construction. Mais le chauffage au moyen de l'air chaud exige que les pièces à chauffer communiquent entre elles. Ceci favorise la propagation des odeurs et du bruit à travers l'appartement entier. On étudie ces problèmes dans des essais qui sont en cours actuellement. L'avantage incontestable du chauffage à air chaud consiste en ce qu'il n'exige pas de place pour les radiateurs, fait important pour des appartements modernes qui n'ont qu'un volume restreint.

CONCLUSION

Je suis arrivé à la fin de mon rapport. Peut-être serez-vous un peu déçus; mais permettez-moi de vous dire que chez nous, en Allemagne, tout est dominé par notre situation critique. Il y a tant de problèmes d'extrême urgence que la compréhension de notre politique de construction reste difficile pour les étrangers.

Il n'y a donc que peu d'occasions, et surtout peu de moyens, qui favorisent la recherche dans les domaines du chauffage et de la ventilation, au point de vue scientifique surtout. De ce fait notre contribution est devenue bien modeste ces temps derniers par rapport aux autres pays. Mais ceci ne veut point dire que cette branche technique ne jouisse pas chez nous de l'intérêt nécessaire et que l'on n'y attribue qu'une importance médiocre. Permettez-moi de vous rappeler le VDI dont les recommandations sont incontestables pour les installations de ventilation des théâtres, cinémas, restaurants, etc.

Je vous prie de considérer ce bref rapport comme un résumé succinct de l'état de quelques questions de chauffage et surtout comme un aperçu des problèmes qui se posent actuellement en Allemagne et sur la manière dont on entend les résoudre à la fois pratiquement et économiquement dans les circonstances actuelles.

On a l'intention d'organiser en Allemagne, dans le courant de l'année prochaine, un congrès du chauffage et de la ventilation. J'espère que les spécialistes français nous feront l'honneur de bien vouloir y assister comme autrefois. Ce sera l'occasion d'entendre nos spécialistes traiter les problèmes de la technique du chauffage et de la ventilation, dont la tâche essentielle est d'aider à améliorer les conditions de la vie humaine.

En terminant, permettez-moi, Mesdames et Messieurs, de vous remercier de l'aimable attention que vous avez bien voulu m'accorder.

CONCLUSION DU PRÉSIDENT

Je remercie très vivement le Professeur LIESE de son exposé extrêmement intéressant. Évidemment, l'Allemagne se débat actuellement dans de telles difficultés que la recherche dans des domaines un peu accessoires, ou tout au moins qui ne sont pas essentiels, comme le chauffage, doit rester au deuxième plan.

En passant, j'ai noté, comme partout, le développement du rayonnement, et on peut dire que tout le monde, dans tous les pays, se préoccupe du chauffage par rayonnement.

Par ailleurs j'ai eu plaisir à entendre que les Allemands,

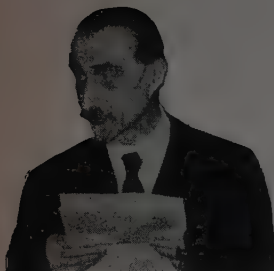
sous l'emprise de la nécessité, avaient tendance à réduire la température intérieure des locaux. Quand M. BEAURIENNE va vous présenter le rapport venu des États-Unis vous constaterez que les Américains « aggravent », si j'ose dire, de jour en jour leur température intérieure toujours ascendante, et, personnellement, je considère la chose très regrettable du point de vue physiologique. Les températures allemandes de 20° m'ont toujours paru excessives et je constate que, maintenant, on revient aux températures toujours prônées en France, à savoir 18° en moyenne.

LES RECHERCHES EN ITALIE

Par M. le Docteur-Ingénieur Francesco Squassi,

Président d'honneur de l'Association Nationale des Installateurs
et Président de la Section du Latium de l'Association thermo-technique Italienne.

AVANT-PROPOS DU PRÉSIDENT



(Photo Y. Hervochon.)

Je n'ai pas à vous présenter l'Ingénieur SQUASSI, de l'Association Termotecnica Italiana, et qui a présidé, l'an passé, le congrès international du chauffage à Rome.

C'est un habitué de nos congrès, présidés brillamment par mon ami le Professeur Marcel VERON.

Les travaux de l'Ingénieur SQUASSI ont essentiellement porté sur le rayonnement et le conditionnement de l'air, en bref sur tous les aspects nouveaux de notre technique.

Sa fidélité à nos réunions et les différents postes qu'il a occupés récemment dans son pays le qualifiaient particulièrement pour présenter le rapport italien.

EXPOSÉ DE M. F. SQUASSI

INTRODUCTION

Des dix années qui se sont écoulées depuis 1941, beaucoup correspondent à une période de guerre où l'Italie, tout comme bien d'autres nations, se trouva dans une situation peu propice aux études. C'est pour cela qu'il ne faut guère retenir de cette période que les cinq dernières années qui correspondent à un renouveau très net et très rapide de la technique italienne.

Avant cette période, les recherches dans le domaine du chauffage étaient assez limitées, à tel point que l'éminent et regretté Professeur P. E. BRUNELLI, Président du premier Congrès National des Techniciens des Installations Thermo-Hydro-Sanitaires qui eut lieu à Turin en septembre 1946, pouvait déclarer dans son discours de clôture :

« Il est incontestable que pendant de nombreuses années les applications de la physique ont été essentiellement orientées vers l'électro-technique. On s'est occupé de ce qui était le plus urgent et on a fait un travail excellent, grâce auquel la science et la technique italiennes se sont couvertes de gloire. Les études et les applications de la thermique sont restées en deuxième ligne et n'ont été l'objet que de recherches et d'études isolées; c'était peut-être inévitable, mais cela n'allait pas sans dommages et sans inconvénients. Dans cette branche, la voix de l'Italie a été rarement entendue, tandis qu'à l'étranger le travail progressait. »

Le Congrès de Turin, soutenu principalement par l'« Associazione Nazionale Installatori d'Impianti Termici e di Ventilazione » (ASSISTAL), qui avait été constituée peu de temps auparavant sur notre initiative et qui publie un Bulletin *l'Installatore*, vota la constitution de « l'Associazione Termotecnica Italiana »

(A. T. I.), possédant sa propre revue *La Termotecnica*, avec onze sections régionales et douze comités techniques nationaux, parmi lesquels il faut surtout citer celui du chauffage et de la ventilation, et celui du conditionnement d'air. L'A. T. I. a pour but d'encourager et de favoriser en Italie l'étude de la thermique et des problèmes qui lui sont rattachés dans le domaine scientifique, technique ou industriel, d'en divulguer la connaissance et d'en mettre en relief l'importance économique et sociale.

L'A. T. I. organise chaque année des Congrès nationaux et éventuellement des réunions techniques pour faire le point sur certaines questions particulièrement actuelles, réunions auxquelles ont participé plusieurs éminents techniciens français, parmi lesquels MM. le Professeur VERON, le Professeur MISSENAUD, l'Ingénieur DUPUY, l'Ingénieur DESPLANCHES et l'Ingénieur HERODY auxquels je renouvelle ici au nom de mes Collègues italiens mes remerciements les plus vifs et les plus cordiaux.

Sous les auspices du Conseil National des Recherches (Consiglio Nazionale delle Ricerche), l'A. T. I. et l'Association Nationale pour le Contrôle de la Combustion ont constitué, en décembre 1950, le Comité Thermotechnique Italien, dont le but est d'unifier et de développer la collaboration entre les différentes associations s'occupant de thermique.

Nombreux sont les sujets sur lesquels se sont manifestées les études et les recherches, et on peut bien dire que presque aucun n'a été exclu. Toutefois, nous nous limiterons ici à mettre en évidence ce qui nous paraît le plus important, soit par la profondeur des recherches, soit par l'intérêt particulier du sujet.

ÉTAT DES RECHERCHES

Chauffage.

Sur les problèmes de chauffage en régime variable, nous pouvons signaler une application du calcul opérationnel.

En suivant le symbolisme introduit par le Professeur G. GIORGI, qui donna la démonstration rigoureuse des études d'HEAVISIDE et en simplifia l'application, la Doctoresse O. GARAVALDI a étudié le problème de la transmission de chaleur dans une ambiance à parois planes uniformes, et le Professeur G. APRILLE a étudié le même problème dans le cas d'une ambiance délimitée par plusieurs murs ou parois ayant des caractéristiques différentes.

Nous devons au regretté Professeur E. FOA une étude sur la transmission de chaleur dans les murs extérieurs pendant la période de mise en marche et de changement de régime. Cette étude mérite une citation spéciale parce que son auteur a su résister à la tentation de faire des calculs plus exacts, mais nécessairement plus complexes, et s'est borné au contraire à des solutions qui, bien que moins rigoureuses, sont plus simples d'application.

Le Professeur G. CODEGONE a appliqué les équations différentielles de la thermique au cas d'au moins deux locaux, ou appareils, entre lesquels un fluide intermédiaire transmet de la chaleur tout en circulant à travers des tuyauteries ou des conduits de liaison. Ce calcul peut être facilement étendu à des groupes d'appareils chauffants ou des locaux chauffés ayant un fonctionnement semblable.

La méthode graphique de SCHMIDT, pour la résolution des problèmes thermiques en régime variable, a fait l'objet de recherches par l'Ingénieur A. R. SPREGA, qui a étudié la correction de l'erreur systématique de cette méthode, et par l'Ingénieur A. GIULIANINI sur le degré d'approximation réalisable avec elle dans certains cas. Le Professeur G. BORRA a exposé, à la réunion de Milan en 1950, l'application de la méthode de relaxation de Cross pour la détermination des lignes isothermes et des flux de chaleur dans les planchers constitués de structures portantes multiples et comportant des panneaux chauffants.

Il me faut souligner aussi la contribution remarquable apportée, dans le domaine de la recherche théorique, sur les efforts auxquels sont soumises les structures par suite de la présence de corps chauffants. C'est ainsi, par exemple, que l'Ingénieur L. FINZI a étudié les efforts provoqués dans un pilier circulaire en béton par les tubes noyés dans la masse, et l'Ingénieur R. ARIENTI les efforts provoqués dans une plaque plane, librement dilatable, par des serpentins de tubes chauffants.

La pompe de chaleur, qui a eu en Italie de nombreuses et importantes applications, a attiré l'attention de plusieurs techniciens spécialistes, parmi lesquels le Professeur C. CODEGONE (sur « La diffusion des pompes de chaleur en Amérique »), l'Ingénieur A. RASI (sur « L'emploi de la pompe de chaleur ») et surtout l'Ingénieur O. B. ZANETTI qui, dans une brochure remarquable, a donné des détails très poussés sur le chauffage thermodynamique, soit dans les locaux d'habitation, soit dans les applications industrielles.

Le problème du chauffage urbain, bien que n'intéressant guère que l'Italie du Nord, a fait l'objet de diverses

études, parmi lesquelles celle de l'Ingénieur A. RAST (sur « L'utilisation de l'eau thermale d'Albano pour le chauffage urbain de la ville de Padoue »), ainsi que l'étude plus générale de l'Ingénieur G. E. GRECO.

Le rayonnement solaire a fait l'objet de relevés statistiques, dans les différents Observatoires météorologiques italiens, et nous rappellerons l'étude du Dr. M. GRIMINO sur la détermination du coefficient d'absorption atmosphérique relatif à la ville de Rome, d'après des données d'observations portant sur 10 ans.

Plusieurs publications de l'Ingénieur A. GINI ont traité de l'échange de chaleur à travers des surfaces à ailettes sèches ou humides. Les résultats qui en dérivent pour le calcul des condensateurs ont été résumés dans des formules qui sont en très bon accord avec les résultats expérimentaux américains. Dans le domaine expérimental, on a abordé également plusieurs recherches, parmi lesquelles nous relèverons celles de l'Ingénieur V. BOCHI (à publier prochainement dans la *Thermotecnica*) sur les mesures et observations sur le coefficient total de transmission de chaleur dans un radioc convecteur d'acier, études grâce auxquelles on a déduit une expression exponentielle de l'émission en fonction de la différence moyenne de température entre le fluide chauffant et l'air ambiant.

L'introduction des degrés-jours, faite par les Américains pour la détermination de la consommation de combustibles, a donné lieu dans les différents pays à une définition différente, en particulier en ce qui concerne la température extérieure qu'on doit prendre pour base de leur détermination et qui est toujours supérieure à la température effective. L'Ingénieur A. GINI, après avoir rappelé dans une de ses communications les conceptions américaines, celles du Professeur HOTTINGER et ses conceptions propres, a fourni les tables de degrés-jours pour l'Italie, ainsi que du nombre moyen d'heures de fonctionnement à pleine charge pour la saison du chauffage. Cette étude, qui a fait l'objet d'une communication au Congrès de l'A. T. I., en octobre 1949 à Rome, sera publiée dans la *Thermotecnica*.

Une contribution importante dans différents domaines thermiques concernant le chauffage par rayonnement est due à l'Ingénieur A. GINI. Les études originales de cet Ingénieur, exposées dans diverses revues même étrangères et dans plusieurs publications, sont très nombreuses et ont réuni dans une œuvre de grande portée intitulée *Le chauffage par chaleur diffuse* dans laquelle sont traités d'une manière détaillée tous les problèmes posés par ce système.

Plusieurs études personnelles auraient pu également être fournies sur ce sujet, si malheureusement elles n'avaient pas été dispersées pendant la guerre sans aucune possibilité de les récupérer.

Effets physiologiques.

Dans le champ des recherches expérimentales sur l'action des caractéristiques de l'ambiance sur le corps humain, nous noterons surtout les travaux du Professeur A. GIOVANNARDI, auquel on doit les *Recherches sur les effets de l'exposition prolongée à la chaleur sèche et à la chaleur humide*, ainsi que la *Contribution à l'étude des influences de la chaleur rayonnante sur le bien-être*

thermique. Ces dernières ont été exécutées dans une soufflerie de verre. Le Professeur A. GIOVANARDI, en collaboration avec le Professeur G. BARCO-CASUCCINI, a établi de nouveaux « Nomogrammes » pour le calcul de la température radiante moyenne ainsi que de la température équivalente ou résultante.

Conditionnement.

Le conditionnement de l'air et la ventilation ont fait l'objet de nombreuses recherches, en particulier du Professeur A. GIOVANARDI, de l'Ingénieur T. VECCHI, du professeur C. CODEGONE, de l'Ingénieur F. D. SCOTTI, de l'Ingénieur M. SANTAGOSTINO et du Professeur E. CARLEVARO.

Mais les études les plus importantes sur ce sujet ont été faites par l'Ingénieur A. GINI et ont fait l'objet de diverses publications citées dans la brochure *Principes et Règles pour les Installations de Conditionnement dans les locaux d'Habitation*, éditée par la *Ente Unificazione Italiano*. Ces études concernent la détermination des conditions d'ambiance les plus favorables dans les divers cas de température extérieure, d'activité des occupants, de caractéristiques des vêtements, etc.; en particulier l'auteur a déduit l'émission de chaleur sensible et latente des occupants dans les divers cas, comme il résulte du mémoire : *Chauffage, Réfrigération et Conditionnement des locaux d'habitation*.

D'autres études ont été faites par le même auteur sur les caractéristiques des bouches d'émission d'air, sur les différences admissibles ou tolérables de température et sur les vitesses d'émission de l'air. Cette étude, faite en se basant sur la loi bien connue de la quantité de mouvement, pratiquement applicable ainsi qu'il résulte des nombreuses applications faites aux États-Unis, a conduit à des applications pratiques, utiles et intéressantes, permettant de déterminer dans tous les cas les dimensions et les caractéristiques des diffuseurs d'introduction de l'air, même avec un grand angle de déviation, type anémostat.

Effets psychologiques.

Nous pensons qu'il peut être intéressant de mentionner ici des manifestations de caractère psychologique provoquées par les installations de conditionnement d'air dans les régions méridionales, lorsqu'elles furent installées pour la première fois. Chez beaucoup de personnes, la fermeture des fenêtres en été, pour obtenir à l'intérieur le conditionnement d'air désiré, a provoqué une sensation d'oppression troublante et insupportable, en raison de la conviction erronée qu'il y a un

manque d'air nécessaire à la respiration, alors que de l'extérieur peut pénétrer un air frais. En outre, les bouches produisent une préoccupation pénible, allant jusqu'à la crainte, résultant de la conviction que le mouvement d'air, en fait maintenu dans des limites convenables, peut produire cependant des mouvements d'air nuisibles à la santé, susceptibles d'aller même jusqu'à la pneumonie.

Il paraît donc nécessaire d'entreprendre sur ce point une éducation en profondeur si l'on veut que les installations de conditionnement se répandent là où les conditions climatiques les rendent justement nécessaires.

Perspectives.

Il n'est pas facile de faire des prévisions sur des recherches de caractère scientifique ou technique en matière de chauffage, ventilation et conditionnement d'air. Le travail des chercheurs a eu en effet jusqu'ici un caractère indépendant et l'œuvre des Comités de l'A. T. I. n'a pu encore se développer suffisamment pour indiquer les domaines vers lesquels les études devraient plus spécialement être dirigées.

Toutefois, le Professeur M. PANETTI, Président du Comité Thermotechnique Italien, en prenant possession de sa chaire, au cours du mois de février, indiquait en résumé les objectifs de travail suivants, dans le domaine des installations de chauffage :

« Bien que les types les plus généralement employés depuis longtemps se soient orientés vers des structures et des dimensions assez uniformes, on n'a pas encore fait beaucoup pour une normalisation définitive. L'emploi des chaudières avec des éléments en fonte ou en acier, le calcul des cheminées, l'automatisme du chargement des combustibles, les soupapes de réglage, peuvent être l'objet d'une étude de normalisation très avantageuse pour la conception des projets et pour l'économie de la fabrication.

« Les panneaux de béton renfermant des serpents chauffants, et leur liaison avec les tuyauteries principales posent des problèmes qu'il faut résoudre si l'on veut réaliser l'idée fondamentale dont s'inspirent certains types spéciaux de ces panneaux, c'est-à-dire satisfaire à une double fonction : la transmission de chaleur et l'armature du béton. »

Ce qui est important, c'est qu'on a commencé à travailler et que par conséquent on espère pouvoir atteindre sous peu de temps des résultats concrets de grande utilité; car les techniciens ne manquent pas et l'A.T.I. a réveillé l'intérêt des études et des recherches thermiques, réveil qui portera certainement ses fruits dans l'avenir.

ÉTAT DES APPLICATIONS

Chauffage.

En Italie, le développement dans le domaine du chauffage a été très important et, toutes proportions gardées, peut-être plus important que dans les autres pays d'Europe, car l'Italie, pauvre en combustibles, est poussée à en consommer le moins possible et par suite à adopter très largement les systèmes de chauffage central dès qu'ils furent introduits et cela par suite de leur rendement plus économique, alors que d'autres nations, plus

riches en combustible, utilisent de bons poêles et des cheminées spécialement aptes à brûler tous les combustibles maigres ou des déchets qui peuvent être acquis à bas prix.

Cependant la période de guerre, qui s'est écoulée entre 1941 et 1945, a correspondu à un ralentissement forcé de la production, atteignant presque l'inaction. Il faut relever que, tandis qu'après la guerre précédente de 1914-1918, contrairement aux principes économiques valables, se répandirent avec excès dans les bâtiments

en copropriété des installations de chauffage par appartements avec tous les inconvénients inhérents au chauffage à niveau; à la suite de la dernière guerre au contraire, on a adopté pour tous les bâtiments de ce genre le système de chauffage central avec chaudières en cave.

Il faut relever d'ailleurs que le chauffage à circulation naturelle dans les grands bâtiments a diminué d'importance par rapport aux installations à circulation forcée, surtout à cause de l'économie dans les tuyauteries de distribution qui est supérieure au prix de la pompe de circulation. Toutefois, dans les bâtiments à plusieurs étages, mais à extension limitée, le système à circulation naturelle ou à circulation mixte a gardé un certain développement pour éviter les inconvénients dus aux pannes de courant électrique.

Dans ces installations d'ailleurs, qu'on exécute généralement avec distribution par le bas, s'est avérée l'insuffisance du système de calcul basé sur un écart de température constant dans les radiateurs entre l'aller et le retour, et l'Ingénieur A. GINI a proposé pour y obvier diverses méthodes qui tiennent compte du refroidissement des tuyauteries et tendent à atteindre un des buts suivants : une température moyenne constante dans tous les radiateurs avec circulation naturelle; ou une température constante dans les tuyauteries de retour; ou une circulation parfaite dans tous les radiateurs, soit par thermo-siphon, soit par pompe, avec une température variable dans tous les radiateurs et un choix convenable des dimensions des surfaces chauffantes.

Dans le domaine des innovations, il faut signaler la proposition d'un accélérateur électrolytique, due au Professeur A. SELLERIO et basée sur l'allègement de la colonne montante par formation de gaz au point le plus haut, et un nouveau système de purge d'air, dû à l'Ingénieur A. VACCANEO, qui permet de réaliser des tuyauteries de distribution, même en contre-pente et qui est spécialement indiqué pour les installations avec chaudières à niveau.

Une remarquable installation de distribution de chaleur à distance est celle qui a été proposée par le regretté Ingénieur G. VECCO et exécutée en 1949 pour la nouvelle section de fours de vernissage des établissements FIAT, à Turin. Étant donné la puissance de 30 millions de calories/heure et la distance d'utilisation de plus de 1 km, les caractéristiques de température et de pression du fluide chauffant dépassent les maxima jusqu'ici utilisés en Italie.

Dans le domaine du chauffage à eau surchauffée, on a utilisé récemment des chaudières à circulation forcée, c'est-à-dire des chaudières où la circulation s'effectue, totalement ou en partie, grâce à la pompe de circulation de l'installation. Ce type de chaudières a été appliqué il y a déjà plusieurs années dans la station de Villeurbanne, mais en général, dans ces installations, il avait été utilisé avec des chaudières à vapeur, l'eau surchauffée étant produite par condensation. Les nouveaux types utilisés en Italie sembleraient s'orienter vers la production directe de l'eau surchauffée, le problème de la dilata-tion de l'eau dans ces installations ayant trouvé des solutions pratiques par l'application, au lieu de chambres de vapeur, de chambres à gaz comprimé maintenu automatiquement à volume constant, la compression étant obtenue par l'eau introduite par la pompe. Ces types de chaudières ont été utilisés dans les installations des établissements Richard GINORI à Florence et de la maison SANDOR à Milan.

Dans le domaine du chauffage par rayonnement à basse température, avec tubes noyés dans le béton, outre le système « Crittal » déjà connu, auquel on doit des exemples remarquables comme celui des neuf pavil-

lons à plusieurs étages de la Colonie de Travail (Post-Sanatoriale) de Sondalo, il a été fait de larges applications du système « Difcalor » dont les principes essentiels sont :

— Des dispositifs spéciaux de sûreté pour empêcher l'élévation excessive de la température du fluide;

— La prise en compte des tubes chauffants dans la tenue statique des planchers;

— L'application au rafraîchissement des ambiances avec éventuellement des dispositions particulières des serpentins permettant d'atteindre l'homogénéité de température, aussi basse en été qu'en hiver;

— L'accouplement au conditionnement d'air suivant le principe du « Split system »;

— L'utilisation de régulateurs automatiques, avec des impulsions en avance pour éliminer l'influence nuisible de l'inertie thermique de l'installation, lorsque cette inertie est très grande;

— L'utilisation de la diffusion de chaleur dans les structures, avec les systèmes constructifs normaux, sans recours à des isolations thermiques spéciales;

— L'utilisation, dans les maisons populaires, comme chauffage de fond;

— L'utilisation en combinaison avec la pompe de chaleur.

Ces dernières applications sont d'ailleurs désormais très nombreuses en Italie et ont donné des résultats très satisfaisants, même lorsqu'on les compare aux systèmes américains.

D'autres applications du système DIFCALOR effectuées en Italie concernent le déneigement des trottoirs et la fabrication de planchers particuliers adaptés à la pose de serpentins.

Le chauffage par rayonnement a été utilisé en Italie avec des fluides à haute température; on sait que dans ce domaine, d'après le système DERIAZ (Suisse), ont été brevetés de nombreux systèmes italiens parmi lesquels les systèmes SQUASSI et ARSA.

Certaines installations ont été également réalisées avec des tubes à libre dilatation placés dans des vides d'air du plancher ou même sous les plafonds. Une méthode générale de calcul de ces installations fait partie du système DIFCALOR et il existe des planchers spéciaux avec éléments en terre cuite prévus pour son application.

Chauffage thermo-dynamique.

En ce qui concerne l'application de la pompe de chaleur soit au chauffage des habitations soit aux firmes industrielles, l'Italie a certainement été parmi les pays les plus importants quant au nombre et à l'importance des installations.

A ce point de vue d'ailleurs il s'est établi une collaboration très intéressante entre les constructeurs, les ingénieurs, les installateurs, les producteurs d'énergie électrique et les clients.

Il s'agit en général d'installations avec des compresseurs à ammoniac, dans lesquelles le chauffage et le refroidissement par panneaux sont généralement accouplés au conditionnement d'air. Des applications importantes en ont été faites à des bâtiments tels que banques, instituts, cinémas, théâtres, chacune de ces installations ayant une puissance d'au moins 1 million de kcal/h.

Une application intéressante de ce principe concerne la production de méthane biologique dans une usine de Turin, et une autre le moulinage dans une usine de soierie BEMBERGGOZZANO, dans lesquelles la puissance atteint le chiffre remarquable de 3 500 000 kcal/h.

Ventilation.

Pendant ces dix dernières années, la technique de la ventilation a réalisé des progrès notables dans tous les domaines, soit dans la construction de ventilateurs, soit dans leurs applications aux habitations, locaux publics ou privés, où la densité d'occupation est forte, aux navires, trains et avions où la capacité réceptrice est faible, aux hôpitaux, sanatoria, etc., où les changements de régime sont souvent importants, aux locaux industriels où il est nécessaire d'enlever les poussières, les fumées, les odeurs, les vapeurs nuisibles.

La technique de la ventilation tendra certainement de plus en plus à s'associer aux industries du chauffage et du rafraîchissement. C'est ce qu'on a déjà constaté dans la majorité des installations et en particulier dans les installations industrielles où elle s'est souvent combinée avec des installations de séchage, d'humidification ou de conditionnement.

Conditionnement de l'air.

Le climat chaud dont bénéficie l'Italie a provoqué des applications nombreuses du conditionnement de l'air depuis les premiers moments où ce système, né en Amérique, commença à être appliqué en Europe. C'est en particulier dans les nouveaux bâtiments appartenant à d'importantes sociétés, ainsi que dans les nouvelles salles de cinéma ou de théâtre qu'il y a eu un net accroissement des installations de conditionnement, soit par appareils indépendants, soit par installation centralisée, soit par système mixte, avec, souvent combinaison avec la pompe de chaleur, tant pour le chauffage que pour le rafraîchissement. Ont été construites en particulier de grandes salles, capables de contenir des milliers de spectateurs et munies d'installations de conditionnement

avec réglage automatique de la température, de l'humidité et du renouvellement d'air, qui n'ont rien à envier aux installations correspondantes américaines.

Le conditionnement d'air a été appliqué également aux sous-marins et aux avions, ainsi qu'aux industries de tous genres, telles que les industries textiles, la fabrication des pâtes alimentaires, la confiserie, etc., dans les cliniques, hôpitaux, restaurants, locaux souterrains, etc.

Parmi les installations les plus importantes, nous signalerons en particulier celle d'un bâtiment d'environ 80 000 m³ des Assurances Générales, construit à Milan, où se trouve réunis un chauffage par panneaux rayonnants dans les magasins, les bureaux et les habitations, un chauffage par convection combiné avec la ventilation pour le premier sous-sol et un conditionnement d'air pour le cinéma, les magasins et deux salons de thé.

Nous pouvons signaler également l'ensemble des installations de conditionnement d'air et de ventilation réalisé pour les locaux communs et toutes les cabines d'équipage et de passagers dans le transatlantique *Giulio Cesare* de 25 000 t de la Société Générale de Navigation ITALIA, d'une puissance de 4 millions de kcal/h en hiver et 1 800 000 frig/h en été.

* * *

Par cet exposé, rendu un peu bref par les exigences de l'horaire, nous espérons avoir donné une idée assez exacte des progrès importants réalisés en Italie dans les domaines qui nous intéressent.

Nous avons indiqué autant que possible quelles paraissent être les tendances du développement actuel des recherches et applications techniques, bien qu'il ne soit pas toujours très facile de faire des prévisions.

Nous pensons néanmoins vous avoir montré l'apport considérable dans le domaine du chauffage, de la ventilation et du conditionnement d'air, des professeurs, ingénieurs, techniciens, fabricants et installateurs italiens, tous unis dans le but commun de développer cette branche très importante de la thermique qui contribue dans une si grande mesure à assurer aux hommes des conditions meilleures de bien-être et aux procédés industriels une plus grande perfection de fabrication.

CONCLUSION DU PRÉSIDENT

Messieurs, je remercie très vivement l'Ingénieur Squassi de son exposé, dont la forme diffère assez sensiblement des exposés précédents. Chaque pays a son caractère et son génie.

De ce brillant palmarès, il apparaît que les apports italiens sont nombreux. A vrai dire, les conclusions italiennes ne sont pas entièrement nouvelles, mais en technique les confirmations sont toujours très intéressantes.

Nous sommes très curieux des réalisations des Italiens et nous pensons, effectivement, que les conditions spéciales de leur climat les incitent à utiliser la pompe de chaleur et le chauffage par rayonnement.

Je crois que ce dernier système s'y développe beaucoup et récemment, dans une autre ville d'Europe, un conférencier exposait les grands chauffages d'ateliers actuellement en cours suivant les procédés « Critall ».

QUELQUES TENDANCES DE LA RECHERCHE AMÉRICAINE

Par M. Cyril Tasker,

Directeur de Recherches de la Société Américaine des Ingénieurs de Chauffage et de Ventilation (A. S. H. V. E.).

(Texte lu par M. BEAURRIENNE.)

AVANT-PROPOS DU PRÉSIDENT



Je n'ai pas à vous présenter M. BEAURRIENNE qui est un des savants ingénieurs qui honorent le plus la technique française. Je me contenterai de vous rappeler qu'il a été, avec M. ARQUEMBOURG, à l'origine de l'emploi des aérothermes en France. Récemment encore, il a fait de brillantes communications sur le chauffage par rayonnement dirigé et en particulier à haute température.

Par contre, je me dois de vous présenter M. Cyril TASKER, qui est l'auteur du rapport que va lire M. BEAURRIENNE.

M. Cyril TASKER, directeur des recherches de l'American Society of Heating and Ventilating Engineers, depuis 1943, est Anglais d'origine et a fait ses études à l'Université de Manchester.

Venu au Canada en 1939, il fait partie de l'A. S. H. V. E. depuis 1935 et il a siégé dans différents comités techniques de la Commission de Recherches. Élu au Conseil de la Société en 1941, il résigna ce titre, en devenant directeur des recherches. Membre de différentes sociétés scientifiques anglaises et américaines, il est l'auteur de nombreuses études publiées aux États-Unis, au Canada et en Angleterre.

Son rapport, qui nous est d'ailleurs arrivé un peu tardivement, est d'un intérêt considérable, car nous devons faire acte de modestie devant l'ampleur des recherches américaines. Mais je ne veux pas retarder votre plaisir à l'entendre, et je demande à M. BEAURRIENNE de bien vouloir vous le lire.

EXPOSÉ DE M. C. TASKER

INTRODUCTION

Lorsque vous nous avez demandé de faire une revue générale des recherches effectuées aux États-Unis depuis 1940, il nous a été difficile de choisir, car un travail assez considérable a été effectué.

D'une manière générale notre industrie ne doute plus de l'intérêt de la recherche. Non seulement cette industrie engage elle-même les recherches, mais encore les soutient et les subventionne dans de nombreux cas. La Société Américaine des Ingénieurs de Chauffage et Ventilation a poursuivi un programme de recherches fondamentales pendant trente ans dans ses propres Laboratoires (situés d'abord à Pittsburg, puis à Cleveland) et dans différentes universités et Écoles techniques. A l'heure actuelle, le Laboratoire de Cleveland comporte un personnel de trente membres. Les Sociétés les plus importantes de l'Industrie ont également subventionné

ces recherches, et parmi ces Sociétés nous citerons surtout l'Institut des Fabricants de chaudières et radiateurs, et l'Association Nationale de Chauffage par air chaud et Conditionnement d'air. Ces deux organisations ont financé des recherches à l'Université d'Illinois, connue depuis longtemps pour ses travaux dans nos domaines, et à d'autres Écoles techniques en général par des bourses de doctorat. Les résultats ont été publiés et il en est résulté de nombreux codes et manuels d'applications pratiques.

Dans le présent exposé, nous nous intéresserons seulement à quelques aspects de la recherche. On pourra éventuellement trouver des détails supplémentaires dans le journal et les comptes rendus de la Société et dans les différentes publications spécialisées.

POMPES DE CHALEUR

Bien qu'il y ait actuellement en Amérique de nombreuses pompes de chaleur dont le fonctionnement donne satisfaction, personne ne peut nier qu'il en existe également un grand nombre qui ne donnent pas satisfaction, par suite de mauvaises conditions et d'une documentation technique insuffisante. Le problème le plus important semble être le manque de données valables pour les différentes sources de chaleur.

Les quatre sources principales sont : l'air, l'eau, le sol et le rayonnement solaire. Les trois premières peuvent être utilisées seules, la quatrième (le rayonnement solaire) sera vraisemblablement utilisée la plupart du temps comme source auxiliaire aux trois autres. Les observations suivantes sont extraites d'un rapport publié dans *Heating, Piping and Air Conditioning* de novembre 1950, dans lequel avait été soulignée la nécessité de modérer un peu l'enthousiasme et la publicité autour de la pompe de chaleur que l'on trouve trop souvent en Amérique.

L'air comme source de chaleur.

L'air offre de nombreux avantages et on a des données valables pour son utilisation dans la plupart des zones américaines. En général le coût de premier établissement est inférieur à celui des systèmes utilisant le sol ou l'eau. L'air a de nombreux avantages comme source de chaleur, mais aussi comme puits, lorsqu'on inverse le cycle et lorsque le système est utilisé pour le rafraîchissement. L'une de ses limites les plus importantes est le fait que lorsque les besoins de chaleur sont plus élevés la température de l'air est plus faible et le coefficient d'efficacité par suite réduit. Pour l'utiliser pour le chauffage lorsque la température d'air est inférieure à 30° C, on doit avoir des capacités excessives ou une source secondaire. Les grandes modifications de la température de l'air introduisent par ailleurs des difficultés dans la régulation et le problème du gel.

L'eau comme source de chaleur.

Le prix des eaux distribuées dans les villes est généralement trop élevé, bien que ces eaux puissent constituer un excellent puits de chaleur. Les eaux de source sont très commodes si leur température est d'au moins 7° et si leur composition chimique est convenable, mais dans de très nombreux endroits le forage d'une source est trop coûteux et le résultat n'est pas très sûr. Le contrôle de l'eau peut en outre être assez difficile.

Les eaux superficielles ne constituent pas une source suffisante parce qu'elles ne peuvent être obtenues économiquement que pour un très faible pourcentage d'installations de pompes de chaleur.

Le sol comme source de chaleur.

Le sol peut être utilisé comme source de chaleur à peu près partout. Il constitue une source de température moyenne pendant les froids. Les systèmes de pompes de chaleur utilisant le sol comme source sont normalement plus coûteux que ceux utilisant l'air ou les eaux de ville. Le prix d'installation des grilles de sol est élevé et ne peut très souvent pas être prévu exactement à l'avance. Jusqu'ici en outre il n'y a pas encore de théorie adéquate permettant de faire un calcul valable des coefficients dimensionnels de l'équipement. De plus des surfaces très grandes sont souvent nécessaires et il peut alors y avoir des dommages causés aux pelouses et jardins. Le sol forme une source chaude de faible valeur. Il n'est applicable qu'aux petites puissances sur l'ensemble d'une saison de chauffage ou à de grandes puissances fonctionnant pendant une brève durée (de deux semaines à un mois). Son utilisation peut être limitée par la profondeur de niveau de gel, les caractéristiques du sol en ce qui concerne la transmission de chaleur, et les caractéristiques climatiques et topographiques.

Le rayonnement solaire comme source de chaleur.

Le rayonnement solaire est une des sources d'énergie du monde la moins utilisée. Cependant on a consacré jusqu'ici si peu d'études à son utilisation dans les pompes de chaleur, qu'il est difficile de prévoir son avenir. Il ne peut être utilisé comme puits de chaleur. Sa puissance ne peut pas être prévue exactement sauf sur de grandes durées et c'est pourquoi il exigera vraisemblablement des dispositifs d'accumulation. Jusqu'ici on n'a pas encore mis au point d'accumulateurs solaires vraiment satisfaisants.

Parmi les documents qui sont encore nécessaires dans l'établissement de projets de pompes de chaleur utilisant l'air comme source, il faut souligner la température extérieure, les phénomènes de formation et d'accumulation du gel et les méthodes pour l'éviter. En ce qui concerne le rayonnement solaire, des études sont également en cours pour contrôler les mérites relatifs du chauffage et rafraîchissement directs et de l'utilisation dans les pompes de chaleur, ainsi que sur les puissances fournies par le rayonnement solaire et les principes à adopter dans les dispositifs d'absorption de ce rayonnement. Dans beaucoup d'endroits aux États-Unis et au Canada les différentes questions intéressant l'utilisation du sol dans les pompes de chaleur sont actuellement en cours d'étude par des fabricants d'équipement, des organismes d'utilité publique et autres sociétés intéressées par ces questions.

CHAUFFAGE PAR PANNEAUX

Il est devenu plus courant en Amérique d'utiliser le terme de chauffage par panneaux que le terme de chauffage par rayonnement pour les systèmes utilisant de grandes surfaces intérieures chauffées à une relativement basse température (25 à 50° C). L'opinion générale actuelle est que le chauffage par panneaux offre certains avantages, sans pour cela fournir de nettes économies de combustible par rapport aux autres systèmes, lorsque ces autres systèmes sont convenablement conçus, utilisés et exploités. Les besoins de chaleur peuvent être déterminés de la manière habituelle, l'émission par les surfaces chauffantes peut être exprimée en flux de chaleur par mètre carré et par heure. Un grand nombre d'installations ont été réalisées et de nombreux documents techniques ont été fournis dans différents ouvrages, périodiques et prospectus; mais il serait inexact d'affirmer que quelques-unes de ces méthodes soient en concordance ou aient été établies sur des bases solides.

Par suite des différences considérables entre les conditions extérieures et les conditions intérieures requises aux États-Unis et en Europe, il nous a semblé qu'il n'était pas possible de trouver les réponses aux conceptions américaines dans la pratique européenne. Ce problème a fait l'objet d'études sérieuses pendant ces dernières années et les Laboratoires ont essayé de mettre au point les méthodes de calcul acceptables. Pour faciliter la recherche expérimentale, le travail a été scindé en quatre parties essentielles, à savoir :

- 1° Transmission de chaleur dans le panneau;
- 2° Transmission de chaleur entre le panneau et l'espace chauffé;

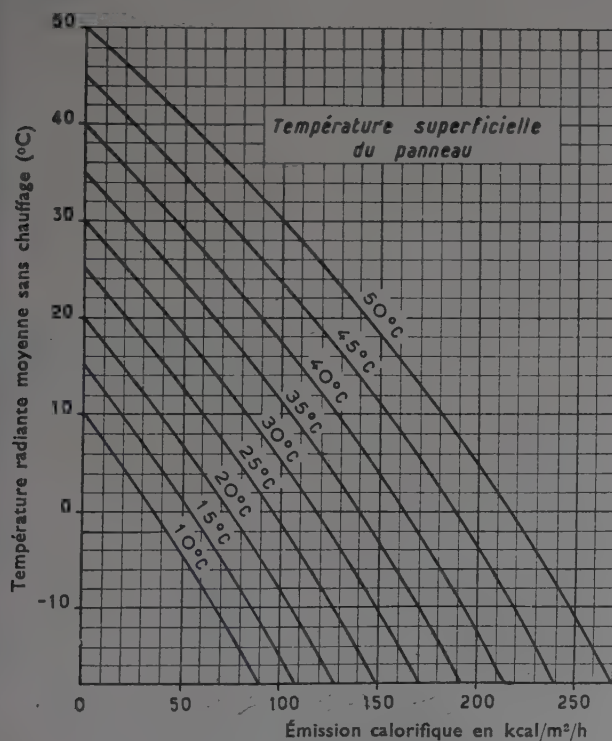


FIG. 1. — Émission de chaleur par rayonnement.

3° Problème physiologique du chauffage par panneaux et effet du rayonnement sur le confort;

4° Régulation automatique en chauffage par panneaux.

Des articles ont été publiés qui fournissent les résultats de Laboratoires obtenus dans des expériences sur dalles de béton de différentes épaisseurs avec des tubes de diamètre, d'espacement et d'enrobage différents. L'étude des installations réelles a montré l'importance de l'isolation sur le rendement des dalles et du drainage lorsque ces dalles sont construites sur terre-plein. Plus récemment des études de Laboratoires ont été effectuées sur différents types de panneaux en plâtre utilisant des tubes en métaux ferreux ou non ferreux avec différents espacements et situés sous le métal déployé ou au-dessus. Ces études ont également porté sur l'effet du plâtrage arrière et de l'isolation sur le rendement.

Pour avoir des renseignements sûrs en ce qui concerne la transmission de chaleur entre les panneaux et l'espace chauffé, et pour tenir compte de la position et de la température aussi bien de l'espace chauffé que des autres surfaces du local, la Société termine actuellement à Cleveland un laboratoire de 7 m sur 4 m avec un plafond mobile en hauteur, pouvant être placé jusqu'à 4 m de haut. Dans ce local la température superficielle de l'ensemble ou de chacune des six surfaces peut être maintenue constante dans un large domaine, ce qui permet de reproduire toutes les conditions ambiantes nécessaires. Ce Laboratoire permettra également d'étudier l'effet du rayonnement sur le confort, car on se rend

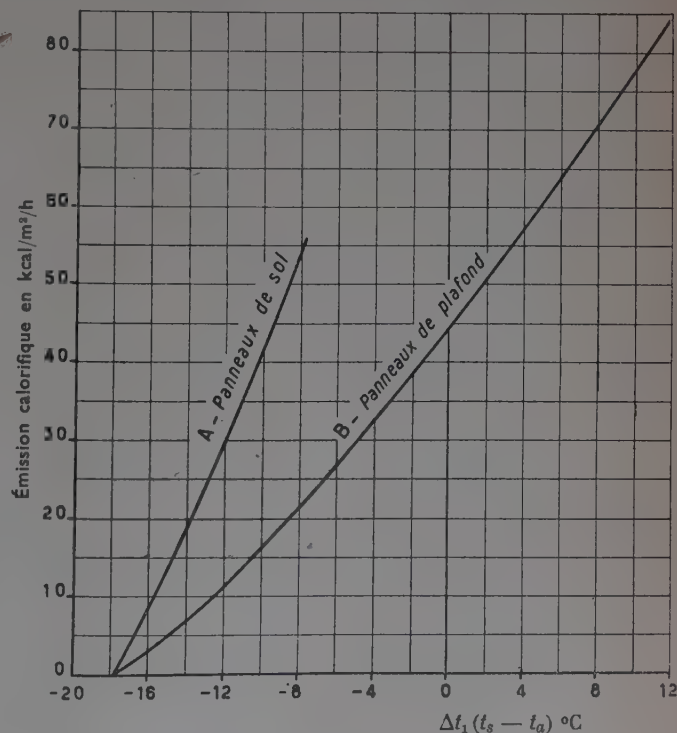
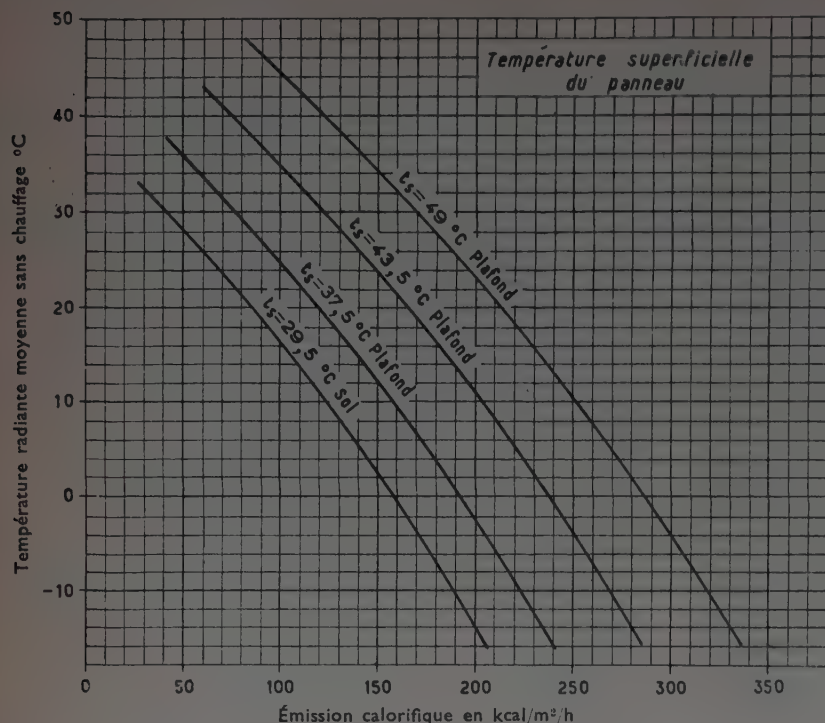


FIG. 2. — Émission de chaleur par convection dans les panneaux de plafond et les panneaux de sol.



compte pleinement qu'il peut être nécessaire ultérieurement de modifier nos diagrammes de confort pour tenir compte de ces effets.

Les figures 1 à 4 sont extraites du chapitre du Guide 1951 relatif au chauffage par panneaux. La figure 1 donne l'émission par rayonnement de panneaux par rapport à la température radiante moyenne de surfaces non chauffées, c'est-à-dire $\frac{\sum St}{\sum S}$. Ces valeurs semblent applicables aussi bien aux panneaux du sol que de plafond.

La figure 2 montre l'émission de chaleur par convection des panneaux de sol et de plafond; t_s est la température superficielle des panneaux et t_a la température d'air intérieur. Il faut reconnaître que les valeurs données dans la figure 2 doivent être considérées comme provisoires jusqu'à ce que des résultats plus valables aient été obtenus. Des données expérimentales plus nombreuses sont d'ailleurs nécessaires pour l'émission par convection des panneaux de plafond. En effet, le

FIG. 3. — Émission totale des panneaux radiation plus convection, pour une température d'air intérieur de 21° C.

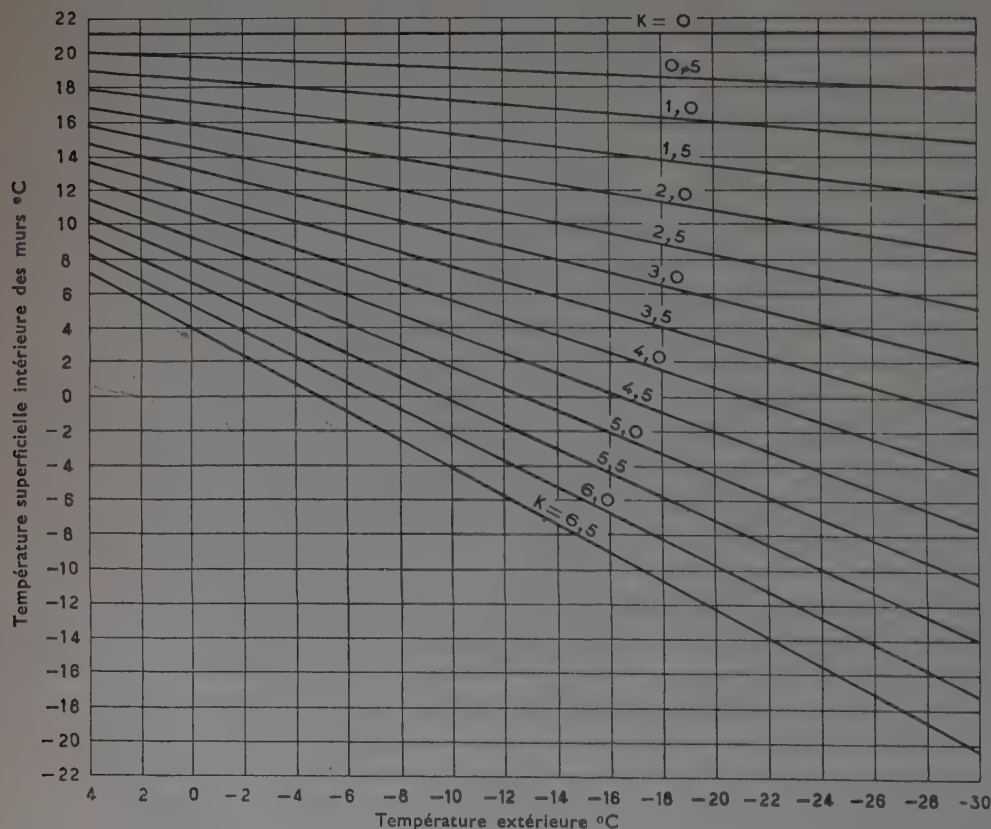


FIG. 4. — Relation entre le coefficient superficiel de transmission de chaleur et la température superficielle (pour une température d'air intérieur de 21° C).

chauffage de l'air avec panneaux de plafond ne crée pas par lui-même de courants de convection. C'est l'action refroidissante des murs extérieurs ou des murs non chauffés qui provoque les mouvements de l'air. Les valeurs de la courbe B de la figure 2 peuvent être utilisées jusqu'à ce qu'on obtienne des résultats d'essais plus nombreux.

La figure 3 donne l'émission totale, radiation plus convection, basée sur une température d'air intérieur de 21° C pour laquelle sont conçues les installations américaines.

La figure 4 sert à obtenir la température radiante moyenne des surfaces non chauffantes. La température superficielle des murs intérieurs peut être prise égale à

celle de l'air. Les températures superficielles des murs extérieurs ou de plafond donnant sur l'extérieur, pour différentes températures extérieures et pour différents coefficients de transmission peuvent être extraites de la figure 4 basée également sur une température d'air intérieur de 21° C.

Nous faisons actuellement des études à échelle réelle de la régulation des systèmes de chauffage par panneaux pour étudier le rôle de la structure du panneau, de la structure du bâtiment, des surfaces de vitrage, de la nature des fluides chauffants et du système de régulation. Ces études sont effectuées dans une des régions les plus septentrionales de notre pays où les hivers sont longs et sévères.

THERMODYNAMIQUE ET PSYCHROMÉTRIE

L'abaque psychrométrique est un outil fondamental pour l'Ingénieur de Conditionnement et la Société a engagé récemment une étude critique des principes et

de la méthode du calcul psychrométrique. Les résultats ont été présentés en juin 1950 sous la forme d'un nouvel abaque psychrométrique dont un exemplaire a

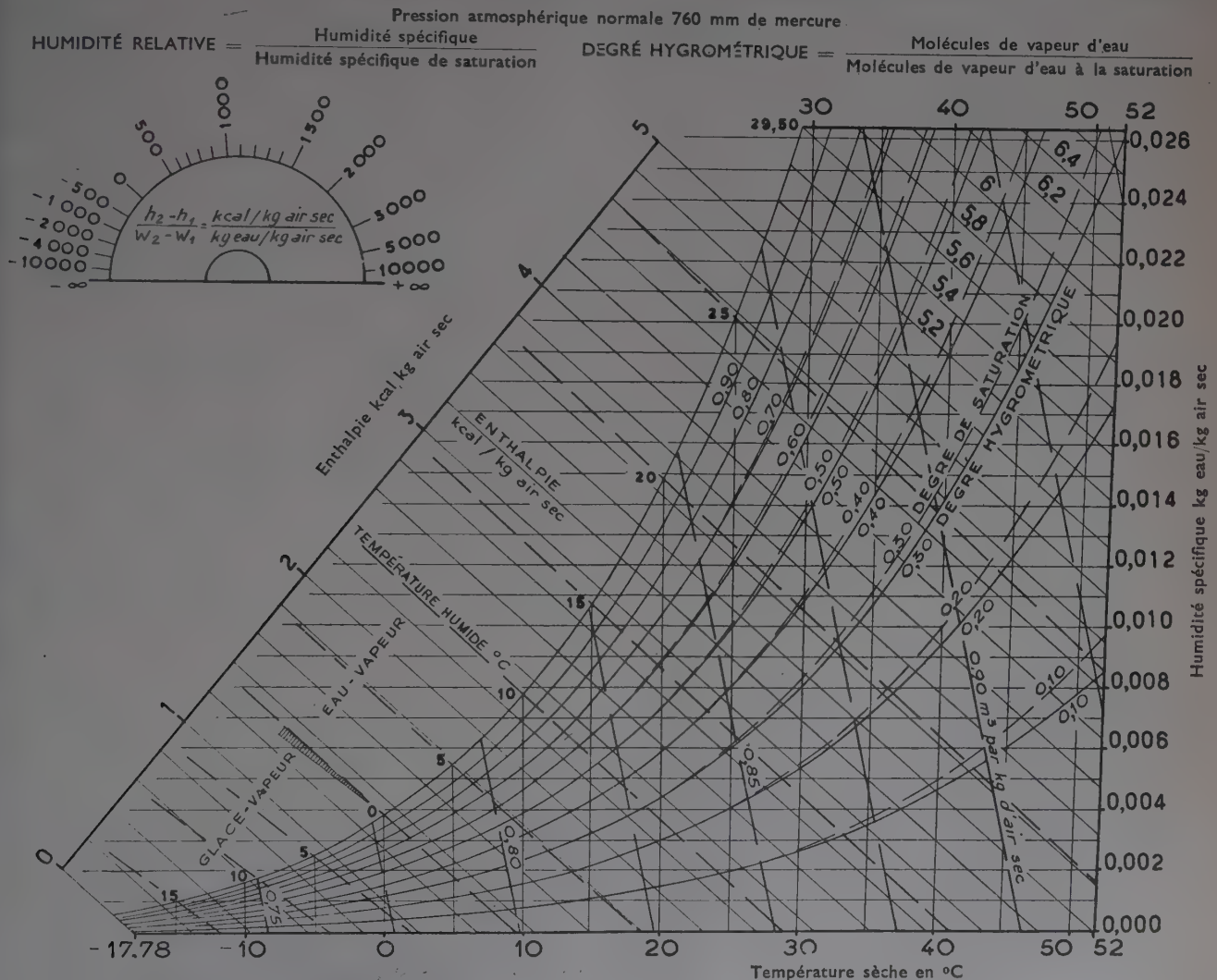


FIG. 5. — Extrait de l'abaque psychrométrique de l'ASHVE.

été inclus dans le Guide 1951. On peut également se le procurer en pochette à l'usage des Ingénieurs de chauffage et Conditionnement.

Dans la préparation de l'abaque, nous avons cherché à satisfaire aux exigences suivantes :

- 1° Utiliser les données thermodynamiques les plus valables;
- 2° Respecter tous les principes thermodynamiques;
- 3° Choisir un abaque d'utilisation commode.

Les données sur lesquelles ce nouvel abaque est basé sont celles qui résultent des études de GOFF et CRATCH de l'Université de Pensylvanie, qui ont été présentées en 1945 sous forme de tables des propriétés thermodynamiques de l'air humide tenant compte des actions réciproques de l'air et de la vapeur d'eau. Ces données ont été universellement acceptées par l'intermédiaire du Comité international de Données Psychrométriques, et ont été incluses dans le Guide pendant plusieurs années où elles forment la base du chapitre sur la thermodynamique.

Le nouvel abaque est présenté sous forme abrégée à la figure 5 en coordonnées obliques : enthalpie et humidité spécifique, l'axe des enthalpies faisant un angle d'environ 40° avec l'axe des humidités spécifiques, tel que le montre la figure 6. Cette méthode est due à MOLLIER (1923) et a été utilisée par GOODMAN en 1943 dans son livre sur le Conditionnement d'air.

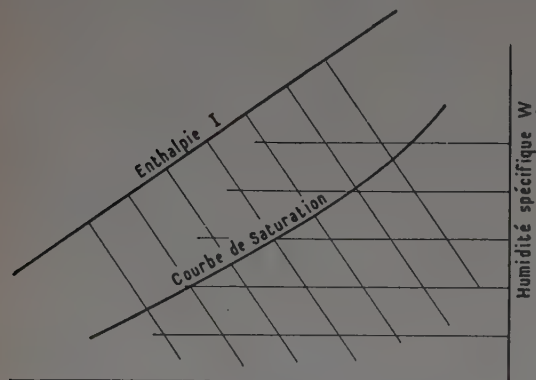


FIG. 6. — Coordonnées fondamentales de l'abaque psychrométrique de l'ASHVE.

Pour l'utilisation pratique, il est nécessaire d'y inclure les températures sèches et humides, l'état hygrométrique, etc. L'équilibre massique et énergétique ne tient compte que des modifications entre états définis, l'histoire détaillée de ces modifications n'y étant pas incluse. Un abaque destiné à faciliter de tels calculs doit donc d'abord permettre de définir clairement ces états. Les lignes tracées sur l'abaque pour relier les différents états ne sont autre chose que les lieux d'états intermédiaires suivant les conditions particulières au phénomène. Ces lieux sont généralement des droites de conditionnement. Sur le nouvel abaque une droite de conditionnement est caractérisée par sa pente. On trouvera également deux figures qui illustrent les éléments de calcul psychrométrique en fonction de l'enthalpie, des humidités spécifiques, du flux massique et des masses totales. Dans tous les exemples la solubilité de l'air dans l'eau

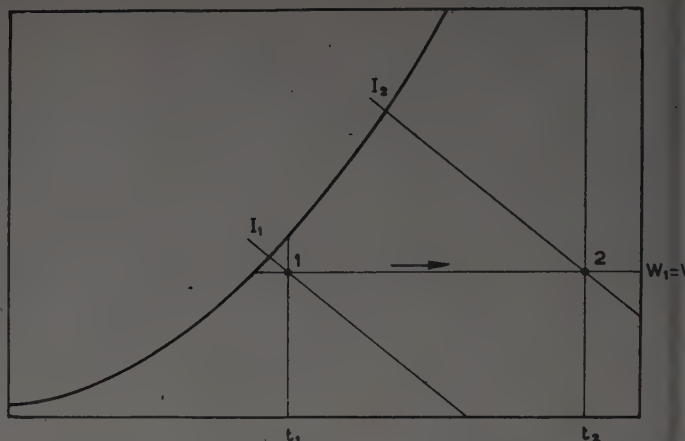


FIG. 7. — Chauffage de l'air humide à pression constante sans augmentation d'humidité (abaque psychrométrique ASHVE).

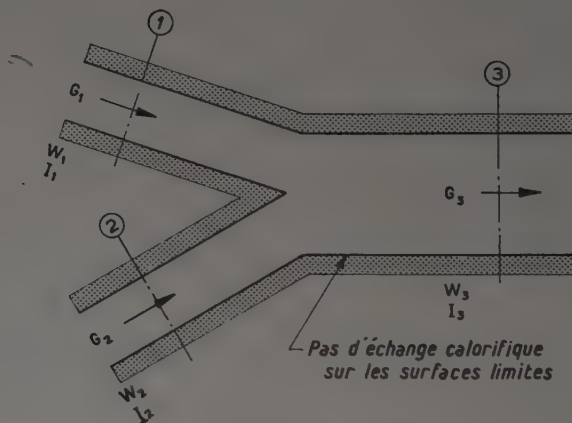


Illustration du mélange de deux flux d'air à pression constante.

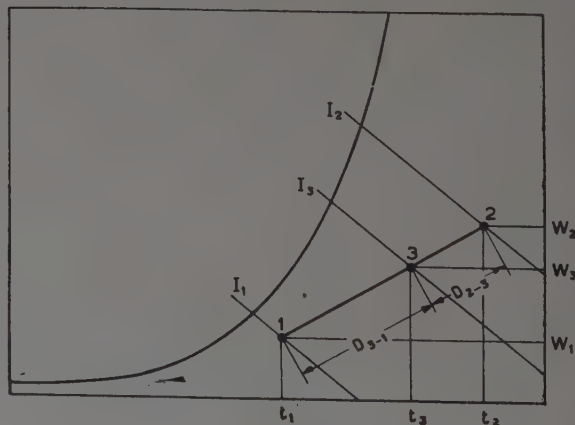


FIG. 8.
Expression du phénomène sur l'abaque psychrométrique ASHVE.

solide ou liquide a été négligée. La figure 7 illustre le chauffage de l'air humide à pression constante. La figure 8 montre les mélanges adiabatiques de deux flux d'air humide à pression constante. L'étude présentée par H. B. NOTTAGE de notre Laboratoire de Recherche, donne de nombreux autres exemples d'utilisation de ces abaques; d'autres exemples ont été donnés en outre dans le chapitre III du Guide 1951.

L'utilisation de l'enthalpie et de l'humidité spécifique comme coordonnées donne un abaque qui peut être facilement étendu à d'autres températures et à d'autres pressions. L'utilisation du présent abaque est limitée à la pression barométrique normale, mais nous avons l'intention quand cet abaque aura été utilisé pendant un certain temps, de préparer d'autres abaques pour l'étude des températures et des pressions diverses.

RÉACTIONS PHYSIOLOGIQUES ET SENSORIELLES A L'AMBIANCE

L'Institut Américain de Chauffage et Conditionnement d'air s'est intéressé depuis longtemps aux problèmes concernant les réactions physiologiques de l'être humain aux ambiances. Le Laboratoire de Pittsburg avait d'ailleurs été conçu surtout pour étudier de tels problèmes, et de nombreux groupes ont continué à montrer un grand intérêt à ces études. Bien qu'aucune étude expérimentale n'ait été faite au Laboratoire de Recherche depuis 1943, surtout à cause de notre déplacement à Cleveland, plusieurs recherches ont été poursuivies à l'École de Médecine de l'Université d'Illinois à Chicago et un programme à longue échéance a été établi pour le nouveau Laboratoire d'ambiances actuellement en construction.

De 1939 à 1943, la Société a poursuivi des études physiologiques pour le Ministère de la Marine des États-Unis. Les résultats ont été publiés en 1946. Au cours des trois dernières années, en coopération avec le Service d'Hygiène Publique, des études ont été poursuivies à l'Université d'Illinois sur l'adaptation de l'homme à des modifications brutales d'ambiance. Les premières expériences ont été faites avec des hommes et des femmes jeunes en bonne santé, habillés de vêtements spéciaux dans les quels on avait placé des thermo-couples de façon à mesurer les températures de peau et de surface. Plus tard, des expériences ont été recommandées avec des sujets portant des vêtements du type courant en été aux États-Unis; de tels vêtements sont d'ailleurs plus légers que ceux que l'on porte en général en Europe. On s'est beaucoup intéressé ces dernières années, aux États-Unis, à l'effet du poids des vêtements et du type de vêtements sur les réactions sensorielles à l'ambiance. L'impression de la plupart des Européens visitant les États-Unis est que les appartements et les bureaux sont trop chauds en hiver et les bureaux conditionnés trop frais en été. La part que jouent dans le confort la vêtue et la climatisation est encore un sujet de grandes discussions et nous ne voyons pas encore de réponse définitive.

Les premières études de la Société ne s'intéressèrent pas seulement au problème de ce qu'on appelle les conditions de confort, mais également aux conditions extrêmes. Nous nous intéressons toujours à cette question et la meilleure preuve en est sans doute la récente réunion annuelle de la Société consacrée à l'homme et à ses relations avec l'air. A ce Congrès, le physiologiste E. F. DU BOIS discuta des problèmes physiologiques du Chauffage et de la Ventilation. Le Dr. R. W. KEETON parla du Conditionnement d'air dans le traitement et la prévention des maladies. Le Professeur T. F. HATCH, Directeur du Laboratoire de la Société d'Hygiène Industrielle de Pittsburg, parla du très important problème des normes de régulation de chaleur dans l'industrie. M. Charles S. LEOPOLD, Ingénieur-Conseil et auteur du système de Conditionnement d'air du Capitole et du

Pentagone de Washington, présenta ses vues personnelles sur les aspects techniques du problème du chauffage. Nous ne pouvons faire ici qu'une brève revue des opinions qui furent exprimées. Le Dr. DU BOIS dit qu'il était très important que les physiologistes et les ingénieurs s'entretennent plus souvent entre eux et apprennent à utiliser le langage de l'un et de l'autre, en particulier que les ingénieurs apprennent à parler en degrés centigrades, en mètres carrés et en kilocalories, aussi bien qu'en degrés Fahrenheit, en pieds carrés et en unités thermiques anglaises. Il suggéra également que les Manuels de Chauffage, de Ventilation et de Conditionnement d'air contiennent plus de documents sur les pertes de chaleur du corps humain.

Le Dr. KEETON énuméra les conditions dans lesquelles le Conditionnement d'air paraissait indiqué pour le traitement des malades, disant que dans les cliniques pédiatriques, dans les nurseries, dans les salles d'opération et dans les sanatoriums, le conditionnement devenait de plus en plus essentiel.

Le Professeur HATCH souligna que, bien que la zone de confort soit assez bien fixée et que son utilité pratique soit démontrée par des installations réelles, de telles normes thermiques idéales ont peu de valeur pratique dans les industries chaudes, car elles requièrent un degré de régulation qui ne peut pas être atteint économiquement et qui ne pourrait pas être justifié par une étude quantitative des effets pathologiques de la chaleur sur les employés dans ces industries. Un rapport récent de l'Association Américaine d'Hygiène Publique a établi les limites de 30° C (température effective) pour un travail léger et de 26,5° C effectifs pour un travail pénible. Il faut noter cependant que ces limites furent établies sur des critères physiologiques très élémentaires et ne peuvent être utilisées que comme des guides dans l'établissement de normes valables dans les diverses industries.

M. LEOPOLD discuta de la modification faite au Guide 1950 en ce qui concerne la ligne de confort optimum en hiver, située maintenant à 23,3° C pour une humidité relative de 39 %, soit environ 20° C effectifs. La ligne de confort d'été est toujours à 24,4° C pour une humidité relative de 59 %, soit 21,5° C effectifs. Il déclara que les études dans un grand bâtiment de bureaux situé près de Washington et occupé par environ 30 000 hommes et femmes de tous âges avaient montré que la position de thermostats à environ 24° C lui paraissait la meilleure solution, aussi bien pour la zone intérieure qu'extérieure du bâtiment et cela pendant toute l'année.

Les études en cours de l'École de Médecine de l'Université d'Illinois concernent les réactions de personnes malades aux modifications brutales d'ambiance. Il n'a pas encore de réponse définitive à cette question bien qu'un certain nombre de rapports aient déjà été publiés.

LE CALORIMÈTRE PHYSIOLOGIQUE

La Société construit également sous contrat avec l'Office de la Recherche Navale, un équipement qui permettra d'étudier les pertes de chaleur du corps humain dans un grand nombre de conditions ambiantes. Cet équipement consiste en une grande boîte métallique, construite de façon à ce que toutes les faces de la boîte puissent être maintenues à des températures superficielles données entre des limites précises. Cette boîte est assez grande pour contenir un homme. Un équipement spécial a été étudié et fabriqué de façon à ce que l'homme ne puisse être en contact avec aucune des surfaces environnantes. Toutes les surfaces intérieures du calorimètre sont couvertes avec une couche spéciale de flux de chaleur dont la conception originale a été développée par

le Dr. T. H. BENZINGER, auparavant à l'Université d'Heidelberg, et maintenant Membre de l'Institut Naval de Recherche Médicale de Bethesda près de Washington. Nous avons rencontré un grand nombre de problèmes nouveaux lorsque nous avons préparé cet équipement et lorsque nous l'avons fabriqué, mais, quand il sera terminé, nous espérons qu'il sera l'un des éléments de grande valeur que possédera l'Institut. Il ne sera pas en effet seulement possible de mesurer les pertes du corps humain par radiation et convection, mais également, au moyen d'un dispositif spécial, de traiter l'air pour la respiration dans des circuits complètement séparés de ceux utilisés pour la ventilation du calorimètre.

RAYONNEMENT SOLAIRE ET TRANSMISSION DE CHALEUR

Il y a quelques années le Comité A. S. H. V. E. de recherche a autorisé une étude extensive sur la transmission de rayonnement solaire à travers le verre et cela parce qu'une étude de la documentation avait montré de nombreuses contradictions dans les données réunies jusque là. Les résultats du travail expérimental sur le verre simple et double et sur le pavé de verre ont été publiés dans différents articles et dans deux bulletins depuis 1945. Bien que ces résultats soient scientifiquement importants, ils n'étaient pas présentés sous une forme qui puisse être utilisée directement par les Ingénieurs de Conditionnement d'air dans le calcul de la puissance de rafraîchissement. C'est pourquoi, l'année dernière, a été présenté un article qui fournit des données directes pour le calcul de ces puissances.

Des données analogues sont fournies dans le Guide 1951. Ces recherches ont été subventionnées par l'industrie du Verre et par celle du Conditionnement d'air, et montrent à quel point un programme de grande envergure peut être conduit jusqu'à des applications pratiques avec le soutien de l'industrie.

Actuellement, des études à la fois analytiques et expérimentales sont entreprises sur le rôle des dispositifs brise-soleil. Un article a été récemment publié dans

lequel on a proposé un nouveau calculateur d'angles solaires. Ce dispositif consiste en une série d'abaques qui de 24 à 52° de latitude Nord et pour tous les 4° de latitude fournissent la position du soleil, toutes les 20 mn pour 3 j de chaque mois de l'année. Le calculateur permet d'obtenir la position angulaire du soleil, résultat qui est nécessaire pour les projets d'architecture et pour l'estimation du gain de chaleur par ensoleillement. La plupart des données utilisées pour la préparation de cet instrument proviennent des recherches fondamentales dont nous avons parlé antérieurement.

Tous ceux qui ont étudié ce problème savent qu'un gain de chaleur instantané à travers le verre n'est pas égal à une charge de rafraîchissement immédiate. Le problème d'accumulation de chaleur dans les bâtiments est étudié beaucoup plus complètement qu'il ne l'a jamais été aux États-Unis. Un grand nombre de groupements sont intéressés à ce qu'on obtienne des résultats plus circonstanciés sur l'effet de l'accumulation de chaleur dans le calcul et la conduite aussi bien des installations de rafraîchissement que des installations de chauffage; des recherches ont été prévues sur ces principaux sujets. Les études sur le flux de chaleur à travers le verre ont été présentées cette année.

DISTRIBUTION DE L'AIR DANS LES LOCAUX

On dit souvent qu'un système de conditionnement d'air est jugé surtout par la distribution de l'air. De nombreux travaux ont été faits par l'Institut pour étudier les aspects pratiques de cette distribution, mais jusqu'à maintenant les résultats de base sont restés plutôt réduits. Des études d'ensemble ont été poursuivies par G. L. TUVE et ses collègues à l'Institut de Technologie de Cleveland, et pendant ces trois dernières années par H. B. NOTTAGE au Laboratoire de Recherche de la Société à Cleveland. Ce travail a été conçu de façon à obtenir des données sur les mouvements d'air sortant des bouches de ventilation dans des espaces confinés, pour des conditions non iso-thermiques. Les variables essentielles

sont les dimensions et la disposition de l'espace confiné, le volume d'air pulsé, la vitesse initiale du jet, l'intensité de turbulence et la différence de température par rapport à l'air ambiant. Une étude bibliographique sur les principes de jet de ventilation est également en cours de préparation et sera bientôt terminée.

Comme élément instrumental de cette étude, nous avons mis au point un nouveau type d'anémomètre à thermo-couple chauffé. Les chercheurs qui ont travaillé cette question ont également mis au point une sonde pour déterminer à distance la direction de l'air, et un dispositif pour mesurer l'intensité de la turbulence.

G. L. TUVE, poursuivant ses études sur le jet de différents types de bouches de ventilation a montré qu'une méthode simple peut être utilisée dans la plupart des cas. Les études sur le contrôle des filets d'air issus d'une longue fente ont été poursuivies et nous avons développé une méthode permettant d'obtenir un flux d'air uniforme sur toute la longueur d'une fente placée sur le côté d'une gaine. Des études sont actuellement en cours sur des fentes annulaires, des plaques de plafond et des diffuseurs circulaires.

Au Collège de l'État du Kansas, le Professeur Linn HELANDER étudie actuellement la projection vers le bas d'air chaud et effectue des expériences sur le débit

maximum de bouches de diverses dimensions pour différentes vitesses initiales de jet. On mesure la température et la vitesse du courant le long de son axe et une formule donnant le flux maximum a été mise au point qui, nous l'espérons, permettra de fournir des données de valeur pratique pour l'établissement des projets.

D'autres études récentes ont fourni des données intéressantes sur les pertes de charge dans les gaines rondes, carrées et rectangulaires et sur les pertes de charge dans les coudes à 90°.

Pendant les vingt dernières années, de nombreuses études sur l'aérodynamique ont été présentées à la Société.

CONCLUSION

Dans ce résumé, nous n'avons pu que donner un aperçu de certaines parties des recherches effectuées en Amérique pendant ces dix dernières années pour les industries du Chauffage, de la Ventilation et du Conditionnement d'air. Il n'a pas été possible de discuter des travaux entrepris sur les systèmes de chauffage à eau chaude et à vapeur, ni sur les études très étendues faites par l'industrie du chauffage à air chaud.

La quantité de documents techniques est d'ailleurs très grande. En exemple, nous pouvons citer le fait que la

section technique du Guide 1951 comprend plus de 1 000 pages, alors que dix années auparavant elle en contenait moins de 800 et 20 ans auparavant 500 seulement.

Il y a sans doute de nombreux problèmes pratiques qui ne sont pas encore résolus, mais il est encourageant de noter le grand intérêt porté par l'industrie à la résolution de ces problèmes par des recherches scientifiques soigneusement et systématiquement préparées.

CONCLUSION DU PRÉSIDENT

M. LE PRÉSIDENT. — Je remercie très vivement M. BEAURIENNE d'avoir bien voulu se charger de la présentation de ce rapport et, par son intermédiaire, M. Cyril TASKER, à qui j'écirai pour lui confirmer notre gratitude.

Il va de soi que les conceptions américaines diffèrent, sur de nombreux points, des conceptions françaises. En particulier, en ce qui concerne les relations thermiques du corps et de l'ambiance, je suis en désaccord complet

avec certaines conclusions américaines mais ceci nous conduirait trop loin.

Contrairement à ce que nous avions pensé, nous avons un peu de temps libre et comme certains de nos conférenciers étrangers peuvent avoir à s'absenter, nous pourrions aborder dès aujourd'hui la discussion, tout au moins les demandes de renseignements complémentaires sur les rapports du Professeur BEDFORD, du Professeur LIESE, de M. SQUASSI et de M. TASKER.

DISCUSSION

M. BEAURRIENNE. — Je voudrais dire deux mots : Je pensais que nous aurions la visite d'un de nos collègues de l'American Society of Heating and Ventilating Engineers, qui habite en Nouvelle-Zélande, c'est-à-dire aux antipodes. J'ai eu une correspondance assez suivie avec lui; il était en voyage pour venir en Europe. J'ai reçu sa dernière lettre, écrite à bord du bateau, postée dans le Sud-Afrique, qui est venue par avion et qui est arrivée avant lui. Il devait arriver le 26. Je n'en ai pas de nouvelles. Sans cela, il serait probablement venu aujourd'hui et il aurait pu donner par mon intermédiaire (parce qu'il ne parle pas du tout français) une communication sur les installations assez particulières qui sont faites là-bas où l'on utilise beaucoup de sources d'eau chaude naturelles. On en a envisagé l'emploi direct, mais il y a des questions chimiques qui interviennent. On a beaucoup envisagé, surtout pour un chauffage urbain, l'emploi de la pompe de chaleur prenant sa source de chaleur dans les sources chaudes.

Il me paraît être un technicien très averti et il aurait pu nous communiquer des choses très intéressantes.

M. LE PRÉSIDENT. — Quelqu'un a-t-il des questions à poser au Professeur BEDFORD et au Professeur LIESE ?

M. MARCQ. — Je voudrais demander au Professeur BEDFORD si, au cours de ses recherches actuelles il a déjà obtenu des résultats, ne fût-ce que provisoires, sur les effets directionnels du rayonnement. Je veux dire ceci : les abaques que nous a présentés le Professeur BEDFORD sont fonction de la M. R. T., c'est-à-dire de la température radiante moyenne, mais a-t-il des résultats sur l'effet de la répartition de cette température moyenne entre les différentes parois ?

M. BEDFORD (traduction). — Le Professeur BEDFORD déclare qu'il n'a pas de résultats jusqu'ici. Il a simplement étudié les effets du rayonnement du plafond et du plancher, mais il envisage d'entreprendre ces études plus tard.

M. LE PRÉSIDENT. — Dans le cours de son exposé, il m'a semblé que le Professeur BEDFORD disait qu'il avait constaté une gêne lorsque la température radiante moyenne était de 3° supérieure à la température de l'air à la hauteur de la tête.

Je me demande si j'ai bien compris et s'il ne s'agissait pas en réalité de 3° de différence de température résultante à hauteur de la tête et des pieds.

En ce qui me concerne, j'ai constaté, dans mes différentes recherches, que la température résultante sèche pouvait excéder de 3° la température sèche de l'air, sans qu'il en résultât la moindre gêne. Par contre, dès que la température résultante au niveau de la tête devient sensiblement supérieure à celle qui règne au niveau des pieds, le confort en est amoindri.

Quelqu'un a-t-il une question à poser ?

M. BEAURRIENNE. — Je demanderai si M. BEDFORD n'a pas envisagé le résultat que peut donner le chauffage de panneaux chauffants utilisant le gaz de ville, appareils qui sont très employés en Angleterre.

M. BEDFORD (traduction). — Le Professeur BEDFORD dit qu'il n'a pas encore fait d'études jusqu'ici sur les panneaux portés à très haute température. Ses recherches n'ont porté que sur des panneaux dont la température ne dépasse pas 60° C.

M. DESPLANCHES. — Je suppose que la théorie du Professeur BEDFORD, pour le chauffage par rayonnement, d'après tout ce que j'ai pu en comprendre, consiste à avoir les pieds chauds et la tête fraîche.

M. BEDFORD (traduction). — Le Professeur BEDFORD dit qu'effectivement, sa théorie est que les pieds doivent être à une température plus élevée que la tête. Mais toutefois, les pieds ne doivent pas être à une température trop élevée. Ainsi les Américains ont tendance à porter le sol jusqu'à 30° et le Professeur BEDFORD estime que cette température ne devrait pas dépasser 24 à 25°.

M. LE PRÉSIDENT. — Le Professeur LIESE dit 25°. La France admet 28°, à mi-chemin entre les Américains et nos collègues Anglais et Allemands.

M. DESPLANCHES. — Cette température de 24° est précisément la température que les Américains admettent pour l'ambiance.

M. LE PRÉSIDENT. — En somme dans les pays anglo-saxons et allemands, on admettrait une température superficielle du sol de 6 à 7° supérieure à celle de l'air.

M. DESPLANCHES. — Ceci pour des personnes au repos. Dans le cas d'activité, cela change complètement.

M. SQUASSI. — Je voudrais simplement signaler que j'ai fait des installations par rayonnement dans les grands bureaux de la maison LANCIA, à Turin, qui fabrique des automobiles. J'avais fait le calcul sur 28° et il n'y a pas eu d'inconvénient.

M. LE PRÉSIDENT. — Vous avez fait le calcul pour 28°, mais avez-vous vérifié la température, et par quel procédé ?

M. SQUASSI. — Quelquefois, on a dépassé cette température; à 28° je n'ai pas eu d'observation.

M. LE PRÉSIDENT. — Comment avez-vous mesuré la température du sol ?

M. SQUASSI. — Avec un thermomètre à mercure à spirale plane.

M. LE PRÉSIDENT. — Vous estimez que 28° est une température parfaitement acceptable ?

M. SQUASSI. — Oui, en Italie.

M. LE PRÉSIDENT. — Le point de vue italien se rapproche du point de vue français; somme toute, il y aurait un aspect latin de la question !

M. PRUD'HON. — Au sujet de l'influence du rayonnement sur la tête, je puis citer un exemple : il n'est pas d'aujourd'hui, il date de 20 à 25 années : il s'agissait d'un bureau dans lequel il y avait un éclairage très intense situé au plafond. Il faut dire que le local n'était pas très haut, 2,80 m peut-être. C'était un bureau d'employés sédentaires. Quand je suis entré dans ce bureau, j'ai été immédiatement incommodé par le rayonnement et j'ai interrogé les employés. Ils m'ont répondu : « Monsieur, si nous restons encore 8 jours ici, nous devenons tous fous. »

M. LE PRÉSIDENT. — J'espère que vous les avez laissés 8 jours pour voir si c'était vrai !

M. PRUD'HON. — On a été obligé de modifier cet éclairage trop intensif.

M. LE PRÉSIDENT. — N'y avait-il que l'effet purement calorifique ? N'y avait-il pas un effet lumineux ?

M. PRUD'HON. — Il y avait les deux.

M. LE PRÉSIDENT. — Somme toute, le rayonnement n'était pas uniquement de l'infra-rouge.

M. PRUD'HON. — C'était de l'éclairage, il y avait forcément les deux.

En ce qui concerne le plancher, j'ai également un exemple à citer, il s'agit d'un grand bâtiment chauffé par le plafond. Au bout d'un certain temps la transmission de chaleur au travers de l'ensemble du plancher se faisait sentir et les employés, également sédentaires, étaient incommodés par la chaleur aux pieds, à tel point qu'ils étaient obligés d'apporter des tapis pour essayer de mettre leurs pieds à l'abri. Les essais qui ont été faits ont montré que 27° étaient tolérables.

M. LE PRÉSIDENT. — Vous voyez, en somme, que différentes expériences semblent indiquer que des températures de l'ordre de 27, 28° seraient tolérables, tout au moins pour des pieds et des chaussures françaises.

Il y a une question sur laquelle je veux insister, c'est l'intérêt considérable des recherches du Professeur BEDFORD sur cette sensation de « fraîcheur », de « freshness » plus exactement; si, comme je le disais tout à l'heure, l'un d'entre vous pouvait nous suggérer un mot heureux pour la traduction, j'en serais très content, car le mot « fraîcheur », je le répète, risque de prêter à confusion.

Personnellement, quand le Professeur BEDFORD m'a communiqué ses travaux et ceux de ses collaborateurs, il y a 6 mois, j'ai beaucoup réfléchi et je me demande dans quelle mesure cet effet n'est pas dû à la température de l'air inspiré. Cette impression de « freshness » est peut-être une impression de « fraîcheur » des poumons et c'est de là que vient probablement, physiologiquement, cette impression de stimulation, de désir d'action; alors qu'au contraire, dans une ambiance surchauffée, il se produit automatiquement une diminution de la profondeur de la respiration, ce qui incite au contraire au repos.

M. DESPLANCHES. — Cela indiquerait qu'il faut vivre dans l'air frais, entre des murs chauds.

M. LE PRÉSIDENT. — C'est bien parce que le Professeur BEDFORD a trouvé que la « freshness » était supérieure dans une ambiance où l'air est frais et les murs chauds, que je pense que c'est dû à la respiration. C'est pourquoi je voulais entreprendre des essais en faisant respirer aux sujets un air à température nettement différente, à l'aide d'un masque muni d'une adduction d'air. Mais on ne peut, malheureusement, passer sa vie à faire des essais.

M. BEAURRIENNE. — Je crois qu'en ce qui concerne le mot « freshness », le mieux serait de l'introduire dans la langue française, comme on y a introduit le mot « bifteck ».

M. LE PRÉSIDENT. — Ce serait, je crois, la meilleure solution, car ce serait sans confusion possible et il me semble que la proposition de M. BEAURRIENNE est de nature à rallier tous les suffrages.

M. PRUD'HON. — Encore une petite remarque au sujet de tout ce qui a été dit ce matin, c'est qu'il faut tenir compte des pays dans lesquels sont faites les expériences. Par exemple, en Angleterre, l'Anglais aime la vie en plein air. Il ne supporte absolument pas de rester dans une pièce confinée et surtout à une certaine température. A l'occasion d'un séjour en Angleterre (cela date toujours de 25 à 30 ans) j'ai visité une école. Dans la classe la température était de 12°, pas plus. Les élèves s'y trouvaient bien, il n'y avait que le professeur qui avait un pardessus, sur les épaules. Mais alors, au bout de trois quarts d'heure, on sortait les élèves et on leur faisait faire deux, trois fois le tour de la cour au pas gymnastique, puis ils revenaient s'asseoir en classe. C'était une méthode de réchauffage.

M. LE PRÉSIDENT. — C'est du chauffage par accumulation.

M. PRUD'HON. — C'est pourquoi j'attire l'attention sur la nécessité dans toutes ces expériences de tenir compte du pays dans lequel elles sont faites et des habitudes des habitants.

M. LE PRÉSIDENT. — Alors là, Monsieur PRUD'HON, je ne suis pas tout à fait de votre avis, parce qu'il y a un homme moyen et il y a tout de même des conditions qui, dans l'ensemble, doivent être supérieures aux autres. Quand on dit qu'il faut 24° à l'Américain, je vous répondrai que j'ai eu pendant la guerre un chauffeur qui était ivrogne et qu'il n'était « bien » qu'après avoir bu 3 litres de vin. Il y a donc, tout de même, des températures *optimums* pour un homme moyen. On ne peut pas parler d'une race américaine étant donné que les Américains ont été créés de toutes pièces par des apports divers. Donc, l'homme moyen existe. Le Français a horreur des courants d'air, alors qu'il est prouvé que les courants d'air de faible vitesse sont, au contraire, stimulants et ne sont pas dangereux. C'est une hérésie contre laquelle il faut lutter tout autant que contre l'hérésie qui consiste à vivre dans des locaux trop chauffés. Car, je crois qu'il y a là un danger qui risque de s'aggraver et de gagner les autres pays.

M. PRUD'HON. — Vous parliez tout à l'heure des Américains. Tout d'abord, en Amérique, il y a une chose à considérer, c'est qu'il s'agit d'un climat continental; on y constate souvent des différences de températures considérables entre le matin et le soir. Ils sont habitués à ces changements et les supportent très facilement. J'ai habité Philadelphie. Le matin, par exemple, il faisait très bon, on s'en allait habillé légèrement. Mais à midi, à la sortie des bureaux, on était obligé de rentrer vivement chez soi pour se couvrir, parce que la température avait, entre 8 h du matin et midi, baissé brusquement de 7, 8° C.

M. LE PRÉSIDENT. — C'est d'ailleurs ce qui explique justement le dynamisme américain, par la voie de cette stimulation. Si les Américains vivaient sous un climat plus « mou », il n'y a aucun doute qu'on n'aurait pas assisté à cette ascension vertigineuse de ce pays.

M. PRUD'HON. — Nous, qui ne sommes pas habitués à de tels changements de température, nous les supportons assez mal. Lorsque je suis arrivé à New-York, la température extérieure était de — 15° C et le vent était insupportable. Je pris le train pour Philadelphie; dans la voiture la température était de 25° C (les voitures sont munies de thermomètres). Je dois dire que j'ai assez mal supporté cette brusque différence de 40° C et que j'ai ressenti, pendant un certain temps, comme une sensation d'étouffement très désagréable.

J'ai aussi travaillé dans leurs bureaux. La température y est généralement de 23 à 24° C; mais il faut dire que sitôt arrivés tous se dévêtissent et se mettent à travailler en manches de chemise.

Personnellement, j'estime que ces hautes températures intérieures par grands froids sont plutôt néfastes pour l'organisme.

M. DESPLANCHES. — M. PRUD'HON a anticipé sur ce que je voulais dire demain au sujet du rapport américain. On parle de 18° en France et de 22°, 24° en Amérique, mais il faut tenir compte du calorifugeage, c'est-à-dire de la vêtue. M. BEAURRIENNE est très « confortable » à 18°, mais il a une bonne veste, un bon pull-over. En Amérique, il aurait été au bureau en manches de chemise, mais avec 24°.

M. LE PRÉSIDENT. — Je pense néanmoins que la température d'inspiration de l'air est très importante. Je crois même qu'il y aurait intérêt à revenir un peu en arrière, c'est-à-dire à se vêtir un peu plus et à limiter la température à 15°, plus heureux à mon sens du point de vue physiologique.

En ce qui concerne le sommeil, j'ai suivi différentes recherches sur son efficacité, qui se mesure par des critères divers. Il a été prouvé que la température la plus favorable de l'air de la chambre à coucher était de 12°. Bien entendu, là le calorifugeage dont vous parlez est obtenu simplement, par l'épaisseur des couvertures.

C'est pourquoi la tendance à surchauffer les chambres à coucher est néfaste puisque c'est à 12° que le sommeil est le plus profond et le plus réparateur.

Je crois que ces questions de températures de l'air dont on n'a pas assez tenu compte dans les premières recherches, sur les équivalences thermiques, est un facteur très important et c'est pourquoi les travaux du Professeur BEDFORD sont du plus haut intérêt.

M. DESPLANCHES. — Il y aurait peut-être une recherche à faire, c'est de savoir pourquoi de l'air à 24°, chauffé artificiellement en hiver, est souvent pénible à respirer, alors qu'au printemps une température de 24° d'air extérieur est une chose infiniment agréable, toutes choses égales par ailleurs.

M. LE PRÉSIDENT. — Il y a certainement une relation entre la fraîcheur des poumons et la température extérieure. Il n'y a aucun doute que les deux choses sont liées. Mais nous sommes, à ce point de vue, dans l'ignorance la plus complète.

Je rappelle à ce sujet la théorie du chimiste français GILQUIN qui a été reprise officiellement par les services médicaux de l'aviation française : on respirerait plus profondément quand l'air est froid et sec, parce que dans le poumon il se produit des réactions exothermiques qui ont tendance à élever la température du poumon. Quand l'air est froid et sec, il se produit un rafraîchissement automatique du poumon qui permet un plus grand débit d'air.

M. DESPLANCHES. — C'est possible, mais il y a un fait à constater, c'est que nous sommes incapables de produire artificiellement, à l'intérieur, un climat qui à l'extérieur est considéré comme très confortable.

M. LE PRÉSIDENT. — Vous savez que les climats artificiels que nous réalisons ne peuvent être que la caricature des climats naturels. Car outre les variables sur lesquelles nous agissons, il y a toutes celles que nous ignorons. En particulier, le rayonnement solaire dont l'importance physiologique et chimique est considérable. Pourquoi est-on gai quand il y a du soleil ? Faites du soleil artificiel, vous n'aurez pas la même sensation psychique.

M. BEAURRIENNE. — M. DESPLANCHES disait tout à l'heure que je me trouvais très bien à 18° avec un pull-over. Mais il y a 30 ans, je me serais trouvé très bien dans une ambiance beaucoup moins chaude et beaucoup moins couverte.

M. LE PRÉSIDENT. — Monsieur BEAURRIENNE, si nous vous écoutions, nous aurions tendance à croire que vous n'êtes plus jeune; mais nous savons tous par expérience que, par votre vitalité et les exposés que vous faites, vous êtes encore très jeune.

M. PRUD'HON. — Je voudrais donner une explication concernant la différence entre une même température intérieure et une température extérieure. Quand vous êtes à l'intérieur, dans une ambiance de 24°, par exemple, les parois sont à une température assez voisine, mettons très peu au-dessous. Mais quand vous êtes au dehors, en plein air, bien que l'air ambiant soit à la même température, les conditions de rayonnement de votre corps ne sont plus les mêmes. Par temps clair, votre corps rayonne sur l'infini, qui est à basse température, et éprouve une certaine sensation de fraîcheur; le mouvement de l'air, qui n'est jamais nul par temps clair, ajoute encore à la sensation de bien-être et c'est ainsi que vous supportez plus facilement, lorsque vous êtes à l'extérieur, une température plus élevée qu'à l'intérieur d'un local. Cette sensation de confort disparaît d'ailleurs par temps couvert ou brumeux bien que la température de l'air ambiant soit la même au thermomètre ordinaire. Tout ceci pour la température de 24° C citée pour l'exemple, à l'ombre bien entendu, et pour un même degré d'activité.

M. LE PRÉSIDENT. — M. DESPLANCHES avait pris ses précautions, il avait dit « toutes choses égales par ailleurs », c'est-à-dire en réalisant les mêmes conditions.

En ce qui concerne le rapport du Professeur LIESE, j'avais à lui poser la question des 25° comme température de sol; la réponse est venue incidemment.

Quelqu'un a-t-il des questions à poser à M. SQUASSI sur son exposé ?

M. DELOOZ. — J'ai entendu avec beaucoup d'intérêt les indications qui ont été données sur le développement du chauffage thermo-dynamique et de la pompe de chaleur.

Je serais heureux de savoir si des installations de ce type ont déjà été réalisées en combinant ensemble le chauffage thermo-dynamique et l'accumulation, de telle manière qu'on arrive à bénéficier non seulement du rendement élevé de la pompe de chaleur, mais encore des avantages que peut présenter l'emploi aussi large que possible — sinon exclusif — de l'énergie d'heures creuses.

Nous commençons, en effet, à rechercher des ventes d'énergie d'heures creuses pour lesquelles Électricité de France rétablit progressivement des tarifs réduits, et des applications de cet ordre pourraient avoir un réel intérêt économique.

Nous serions heureux de savoir si cette combinaison est possible du point de vue technique et si elle a déjà été réalisée en fait, ou tout au moins expérimentée.

Il s'agirait en somme, par le moyen de la pompe de chaleur, de produire les calories nécessaires, à un potentiel thermique suffisant, pendant les heures creuses et de les accumuler sous une forme ou sous une autre pour pouvoir les utiliser pendant les heures de service.

M. DESPLANCHES. — Je ne vois pas de solution possible car le chauffage thermodynamique produit des calories à bas potentiel. Je ne vois pas très bien comment les accumuler.

M. DELOOZ. — En heures creuses on peut admettre longtemps des températures assez élevées.

M. LE PRÉSIDENT. — Mais par pompe...

M. DELOOZ. — Il s'agit de la conjugaison des deux services.

M. SQUASSI. — On a accumulé seulement de l'eau chaude à basse température pour l'utilisation des bains et des lavabos, c'est peu de chose. On n'a pas fait l'accumulation dans le sens que vous avez demandé, c'est-à-dire de l'eau chaude pour le chauffage central. En hiver, pour les pointes, l'on dispose de chaudières.

M. LE PRÉSIDENT. — Quelqu'un a-t-il une autre question à poser à M. SQUASSI ou à M. TASKER par l'intermédiaire de M. BEAURRIENNE ?

M. DESPLANCHES. — En ce qui concerne l'exposé de M. SQUASSI, celui-ci nous a fait part des difficultés qu'il avait rencontrées en Italie avec les utilisateurs au sujet de ce que j'appellerai la « psychologie du conditionnement ».

M. SQUASSI. — Je peux citer un fait caractéristique : la première installation que j'ai faite à Rome, il y a une vingtaine d'années, peut-être davantage, a été faite au siège de la Société des Auteurs et Éditeurs; il s'agissait d'un palais entier et j'avais, à ce sujet, fait une communication au Congrès international de 1937, ici à Paris. L'an passé l'installation a été complètement démontée. Les employés ne voulaient plus en été subir cette installation et l'Administration a préféré la supprimer. C'est un résultat désastreux.

M. LE PRÉSIDENT. — Pourquoi ?

M. SQUASSI. — Parce que les employés ne pouvaient pas rester dans leurs pièces avec des fenêtres closes.

M. LE PRÉSIDENT. — C'était une usine aveugle, ou avec des fenêtres condamnées ?

M. SQUASSI. — Les fenêtres pouvaient s'ouvrir et l'administration a préféré ne pas maintenir une installation coûteuse d'exploitation sans aucun avantage puisque les employés ouvrent les fenêtres.

Une autre question était la présence des bouches. Alors qu'en Amérique, par exemple, on conseille de les mettre bien en évidence, de façon que les personnes qui sont placées dans ces endroits s'aperçoivent qu'il y a là le conditionnement et que de la bouche vient du bon air qui peut permettre de bien travailler, au contraire, à notre Société des Auteurs et Éditeurs, les occupants étaient persuadés que des bouches sortait un courant d'air qui pouvait ruiner la santé et même procurer des pneumonies.

C'est une idée absolument arbitraire. J'ai fait des expériences à certains endroits en disant à mon technicien : « Fermez le réglage » (et on faisait semblant de le fermer). Eh bien, l'employé disait : « C'est fini, je me sens bien maintenant ». Donc, c'est un fait absolument psychologique.

Les thèses et la méthode d'exposition adoptées par les conférenciers et les personnes qui prennent part aux discussions peuvent parfois heurter certains points de vue habituellement admis. Mais il doit être compris que ces thèses et discussions, à l'égard desquelles l'Institut Technique ne saurait prendre parti, ne visent en rien les personnes ni le principe des Institutions.

ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

28, BOULEVARD RASPAIL, PARIS-VII^e — Tél. : BAB. 18-56

Décembre 1951

N° 223

Nouvelle série.

ÉQUIPEMENT TECHNIQUE, N° 18

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

CYCLE DU CHAUFFAGE
8-9-10 Mai 1951

SOUS LA PRÉSIDENTE DE **M. A. MISSENARD.**

QUESTIONS POSÉES par L'ÉTABLISSEMENT et L'EXPLOITATION des CHAUFFAGES CENTRAUX Quelques-uns de leurs aspects économiques et techniques actuels.

Expériences, grandeur nature, entreprises par le *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment.*

Par **M. A. FOURNOL,**

Ingénieur diplômé de l'École Polytechnique, Ingénieur en Chef au Centre Scientifique et Technique du Bâtiment.

SOMMAIRE

	Pages.		Pages.
Justification du chauffage central par radiateurs pour les collectifs d'habitation	3	Le chantier expérimental de Melun et ses premiers enseignements.....	8
Difficultés économiques du chauffage central et leurs solutions	4	Exploitation des résultats des chantiers expérimentaux.....	10
<i>Système de répartition : le comptage.....</i>	5	<i>Critère de confort</i>	10
<i>Chauffage central partiel</i>	6	<i>Extension des résultats</i>	10
Méthodes diverses de réduction du coût d'exploitation.....	7	Conclusions.....	11
<i>Isolation</i>	7	Discussion.....	14
<i>Quelques standards à respecter.....</i>	8		

ALLOCUTION DU PRÉSIDENT

Nous avons la particulière bonne fortune de pouvoir entendre aujourd'hui M. FOURNOL, qui nous exposera quelques-unes des recherches poursuivies par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, sous la direction éclairée de M. MARINI.

Ancien élève de l'École Polytechnique, M. FOURNOL apporte à toutes ces études la rigueur d'un esprit scientifique avisé, sans perdre de vue l'aspect pratique et, je dirai même, psychologique de tous les problèmes du chauffage.

Ses études, publiées dans les Cahiers du Centre, honorent grandement la science française — je dis la science à dessein — et si leur aspect mathématique peut parfois effrayer les praticiens, il n'en reste pas moins que c'est souvent la seule façon d'essayer de traiter, avec rigueur, ces problèmes.

J'ai eu l'occasion de dire, l'an passé, tout ce que la profession attendait des recherches de M. FOURNOL, en particulier au Centre de Melun. Pour s'enfouir du maximum de conseils techniques, le Centre vient de constituer une Commission composée d'hommes particulièrement qualifiés, dont le rôle essentiel sera d'assister M. FOURNOL pour la conduite de ses essais et la discussion de leurs résultats. Je déplore que la diversité de mes occupations ne m'ait pas permis d'accepter d'y participer et je lui en exprime à nouveau mes regrets, ainsi qu'à MM. MARINI et CARRIÈRE.

Je passe la parole à M. FOURNOL.

RÉSUMÉ

Le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment a mis à son programme l'étude des meilleures dispositions à adopter pour la distribution de la chaleur dans les grands immeubles collectifs d'habitation à loyer modéré. Le système traditionnel est ici l'émission par radiateurs, le fluide d'alimentation étant le plus fréquemment l'eau chaude. La préoccupation de réduire les frais d'exploitation conduit à choisir un standard convenable pour l'isolation thermique du bâtiment, à soigner l'exécution et l'équilibrage de l'installation, à conduire la régulation avec soin et sans surchauffe, et à faire un choix judicieux des combustibles.

Des chantiers expérimentaux ont été et vont être créés pour étudier les diverses questions qui se posent et permettre de dresser des bilans sincères.

L'un de ces chantiers, celui de Melun, a été réalisé et une première série d'expériences a eu lieu. Des difficultés ont été éprouvées pour le dépouillement des essais.

L'on compte cependant en dégager des conclusions et les étendre éventuellement, quoique avec prudence, à l'ensemble du territoire.

SUMMARY

The Scientific and Technical Building Center has placed on its study program the best arrangements to be adopted for heat distribution in large, moderate-rental apartment houses. The traditional system is radiator heating, the source of heat being hot water. The desire to reduce the cost of exploitation leads to the choice of a proper standard for the thermal insulation of the building, careful and balanced installation, careful regulating without overheating, and a judicious choice of fuel.

Experimental works have been started and others will be started later to study the various questions involved and to permit the establishment of a true balance sheet.

One of these works at Melun has been equipped and a preliminary series of experiments was completed. Difficulties have arisen in analyzing the tests.

However, it is expected that conclusions will be drawn from them and, with all due care, extended eventually to the whole territory.

Les thèses et la méthode d'exposition adoptées par les conférenciers et les personnes qui prennent part aux discussions peuvent parfois heurter certains points de vue habituellement admis. Mais il doit être compris que ces thèses et discussions, à l'égard desquelles l'Institut Technique ne saurait prendre parti, ne visent en rien les personnes ni le principe des Institutions.

EXPOSÉ DE M. FOURNOL.

Vous me permettez, avant de commencer ma conférence, de remercier vivement le Président MISSENARD des paroles beaucoup trop flatteuses qu'il a prononcées à mon égard. Ces remerciements me sont d'autant plus faciles et sincères qu'étant d'une génération relativement récente et n'ayant fait partie d'aucune école technique spécialisée, j'ai appris enfin le chauffage, ou tout au moins ce que je sais du chauffage, dans son cours et que, par conséquent, je suis un peu, si l'on peut dire, son élève; je le remercie vivement de cet enseignement.

Je ne ferai pas exactement une conférence sur les recherches de notre Fondation. Je crois que cela n'intéresserait peut-être pas tellement l'assistance de connaître telle ou telle recherche particulière. Je préfère poser un peu le problème d'ensemble, d'autant plus qu'au fond, le rôle de notre Fondation n'est pas essentiellement de résoudre tel et tel problème particulier, de faire telle ou telle recherche vraiment particulière.

Je remercie néanmoins le Président MISSENARD de s'être intéressé aux quelques études que j'ai pu faire et à nos travaux. Le rôle de la Fondation est essentiellement d'essayer de poser honnêtement, et d'une manière suffisamment rigoureuse, les problèmes généraux, c'est-à-dire de donner une sorte d'orientation et de direction à la recherche. Nous n'essayons pas de faire autre chose, et cela n'est déjà pas tellement facile.

Au cours des journées qui viennent de s'écouler, des conférenciers de grande compétence vous ont entretenus des techniques les plus brillantes et les plus modernes du chauffage et du conditionnement. Quand je me remémore leurs interventions, je me demande si j'ai le droit d'avouer sans honte mon projet, lequel consiste à vous entretenir d'un système qui est déjà vieux d'un demi-siècle, qui a relativement peu évolué dans ses grandes lignes depuis son apparition, et sur lequel il semble bien que tout (ou presque) ait été écrit, approuvé, vérifié, codifié. Après les techniques de l'eau surchauffée, après celles du conditionnement, après la pompe de chaleur, il y a peut-être quelque outrecuidance à choisir comme thème le vieux chauffage par radiateurs à eau chaude. Et, cependant...

Cependant, nous considérons, à l'heure actuelle, le chauffage central par radiateurs comme le système courant d'équipement des grands immeubles collectifs d'habitation à loyer modéré : j'aurai déjà à défendre cette position tout à l'heure. Si vous voulez bien considérer que les programmes de construction devront atteindre un nombre de 20 000 logements par mois et qu'un pourcentage élevé de ces programmes sera édifié en grands collectifs, vous aurez déjà une idée de l'importance nationale des études et des directives qui peuvent viser ce système. J'espère aussi vous montrer que, si l'étude technique des installations a été très savamment poussée et peut maintenant être considérée comme connue, en revanche, tout n'a pas été vérifié concernant l'aspect économique et fonctionnel, si important, du problème et que même le chauffage central domestique a été parfois considéré, en ce qui concerne son importance et les rendements qu'il méritait d'atteindre, un peu comme le parent pauvre du chauffage industriel.

Justification du chauffage central par radiateurs pour les collectifs d'habitation.

Les Services du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment — je représente, ici, cette Fondation, dont le rôle final consiste notamment à préparer les directives en matière d'orientation technique de la construction — estiment que les collectifs d'habitation — en laissant de côté ceux dont le caractère peut éventuellement justifier des systèmes d'équipement luxueux — seront norma-

lement équipés de chauffages centraux par radiateurs. Cette conclusion et cette assurance sont trop importantes pour que je puisse me dispenser de fournir nos raisons, même s'il faut pour cela répéter des assertions connues de tous.

Nous n'entendons certes pas préjuger l'avenir. Nous ne voulons pas, non plus, entrer dans des discussions d'intérêt essentiellement théorique pour le moment sur la souplesse comparée ou l'efficacité des divers modes de distribution et d'émission. Nous n'ignorons pas que l'air chaud a ses partisans, qu'on revient parfois, à titre expérimental, à des distributions collectives d'air chaud, qu'ailleurs on utilise une distribution générale de vapeur avec, par appartement, un échangeur donnant de l'air chaud. D'un autre côté, nous voyons les planchers et plafonds rayonnants, si utilisés dans les chauffages d'usines et de bâtiments spéciaux, se faire aussi une place dans l'habitation collective. Mais, nous constatons que les radiateurs, avec les convecteurs comme cas particulier, continuent à dominer le marché de l'habitation, et nous ne pensons pas que cette situation puisse et doive changer au cours des prochaines années.

Quant au fluide d'alimentation, ce sera, dans la plupart des cas, l'eau chaude, généralement pulsée. Nous retiendrons que la vapeur basse pression reste un fluide très acceptable pour l'alimentation des convecteurs et que, d'autre part, la reconstruction devant comporter un certain nombre de programmes conçus en bâtiments de très grande hauteur (douze étages et plus), il ne conviendrait pas d'oublier de faire leur place aux techniques de la vapeur sous vide. Il y aura lieu aussi, selon toute vraisemblance, de profiter de la période de reconstruction et d'équipement des villes pour doter certaines villes bien choisies de distributions urbaines, pour lesquelles on pourra recourir, naturellement, aux fluides surpressés. Ces cas particuliers évoqués, l'eau à moins de 100° C restera le fluide classique qui desservira nos constructions.

Traditionnels en France, ces systèmes d'eau chaude alimentant des radiateurs ont parfois été l'objet de critiques qui, à vrai dire, n'émanaient pas principalement des techniciens eux-mêmes. Certains leur ont fait grief de ne pas considérer suffisamment les besoins en air pur des êtres humains; c'est l'accusation classique : « Vous dissociez les besoins humains en scindant le chauffage de la ventilation. » Certes, il est évident que les radiateurs ne constituent un système acceptable que si

le logement est suffisamment ventilé. Mais, quiconque a suivi tant soit peu le développement des techniques de construction modernes n'en est pas à craindre que les logements futurs soient insuffisamment ventilés; et la plupart des mesures faites ont montré que les renouvellements dus au jeu des menuiseries sont importants dans les modes modernes de construction française. D'autre part, ce n'est pas apporter une solution hygiénique et valable au problème de la ventilation que de véhiculer, en guise d'air chaud, de l'air vicié et non renouvelé. Le traitement de l'air étant trop coûteux pour être applicable aux logements ouvriers, toute solution qui consiste à remuer de l'air, avec ses poussières et ses germes, est d'un caractère hygiénique pour le moins discutable : il convient de le rappeler aux architectes insuffisamment renseignés.

Les radiateurs ont la sanction d'une longue expérience. Les accidents et incidents, dont le plus important est le gel, sont limités et réparables. Le confort obtenu, sans atteindre aux niveaux théoriques que donnent les panneaux rayonnants, est très bon, car les surfaces d'émission ne sont pas portées à des températures excessives (elles sont à 50° C ou 55° C en moyenne). Enfin, et cet argument n'est pas sans valeur pour de nombreux techniciens, les installations de radiateurs sont justiciables du calcul par des méthodes qui, aussi bien pour la détermination des surfaces de chauffe que pour celle des tuyauteries, ont fait leur preuve; n'étant l'objet d'aucun secret, elles sont très largement répandues et connues. S'il y a des échecs, ils sont dus, par conséquent, non pas au système, mais soit à l'incompétence de l'entrepreneur particulier qui a traité l'affaire, soit à l'esprit de lésine du client, qui ne saisit pas toujours les avantages d'installations bien conçues et un peu plus coûteuses.

Le rendement pratique de ces installations n'est guère inférieur à celui d'aucun autre système comportant une production centrale. Il a, cependant, été critiqué et peut être très amélioré dans des installations modernes.

A ce propos, une intéressante expérience a été exécutée par EVE et WESTON, à la *Building Research Station*, sur une vingtaine de logements, qui furent équipés avec des systèmes de chauffage extrêmement différents, allant de la salamandre au chauffage central avec des variantes par rayonnement, systèmes d'appoint de chaleur, etc. Ces expériences, que M. FICHARD a commentées dans une conférence l'année dernière, révèlent le réel intérêt, du point de vue économique, du chauffage central au moyen de radiateurs, qui se place parmi les procédés les moins coûteux, compte tenu du service rendu. Il faut, cependant, retenir que les expériences portaient sur de petits pavillons et non sur des collectifs et que la transposition des résultats à d'autres climats présente des difficultés notables. Surtout, l'interprétation des expériences d'EVE et WESTON adopta comme critère de confort la moyenne des températures obtenues dans l'ensemble des pièces et ce critère est assez visiblement imparfait.

Telles sont les raisons qui nous conduisent à considérer la distribution par l'eau chaude et l'émission par radiateurs comme la « norme » des logements du programme actuel; quand nous disons la « norme », nous n'entendons pas qu'il soit question de l'imposer ni de l'introduire systématiquement dans les Cahiers des charges. Nous voulons dire qu'il doit y avoir naturellement des exceptions, mais que c'est cependant ce système qui servira de base à la préparation et à l'élaboration des programmes. J'observe aussi qu'en parlant de logements, je pense à ceux dont la destination est d'être

occupés en permanence et qui sont, de ce fait, justiciables d'un chauffage du genre « continu »; ce sont les logements du type logements ouvriers, dont les programmes sont assez bien définis maintenant (un « trois pièces » normal représente 60 m² de plancher, un « quatre pièces », 75 m², etc.).

Difficultés économiques du chauffage central et leurs solutions.

Les difficultés que rencontre le chauffage central — et ces difficultés sont très réelles et actuelles, puisque nous voyons un peu partout, en province et à Paris, des immeubles se construire sans équipement de chauffage — ne sont donc pas d'ordre proprement technique, mais économique.

Elles tiennent d'abord au fait que le chauffage intervient l'un des derniers sur le chantier en tant que corps d'état. On a vu des propriétaires sinistrés possesseurs d'un certain dommage de guerre, longtemps mal renseignés sur le compte débiteur de leur immeuble en cours de construction, renoncer finalement à une installation de chauffage parce que l'ensemble des autres travaux avait singulièrement dépassé les prévisions de dépense. Cependant, il ne semble pas que le coût d'établissement d'un bon chauffage central, qui représente, dans la région parisienne, 7 ou 8 % du prix total de la construction, soit disproportionné au service rendu.

D'autre part, la plupart des clients et de nombreux architectes connaissent mal les avantages d'une production de chaleur centralisée. Ils se laissent très fortement influencer par les discussions et les critiques que soulève régulièrement la répartition des charges, lesquelles critiques sont du reste pleinement justifiées pour des installations mal équilibrées donnant lieu à des surchauffes locales, à des chutes inégales dans les radiateurs, etc. Ces difficultés ne sont pas simplifiées par la nature des grands organismes de gestion. Elles ne seraient pleinement résolues que s'il était possible de couper le chauffage comme on coupe le gaz ou l'électricité, mais cette mesure draconienne se heurte à des difficultés techniques (car, dans la plupart des cas, il faudrait effectuer un « pastillage » des radiateurs, avec vidange de l'installation) et, aussi, à une critique d'ordre social, d'autant plus justifiée qu'assez souvent l'installation de chauffage a été imposée à l'usager et que parfois on ne lui a pas fourni les conduits de fumée suffisants pour qu'il établisse un chauffage de remplacement.

Toutes ces critiques procèdent, au fond, d'une même difficulté qui tient au prix incontestablement élevé de la saison de chauffe. Le prix moyen du chauffage, dans les flots parisiens, ressortissait, en francs 1950, aux environs de 3 000 à 3 200 F le million de calories, soit à 29 000, 30 000 ou 32 000 F la saison de chauffage (de 180 jours pour un appartement de quatre pièces. Les augmentations survenues cette année sur la main-d'œuvre et les combustibles vont encore augmenter ces prix considérablement. Il est vrai qu'il s'agit là de chiffres moyens et que des installations modernes bien conçues et bien réalisées permettent de les abaisser considérablement. Mais il est vrai aussi, en contrepartie, qu'on rencontre des logements plus défavorisés encore, à la fois mal isolés et mal équipés, où la saison de chauffe devient tout à fait prohibitive. Là est, à notre sens, le problème essentiel.

J'envisage, maintenant, les solutions qui ont été proposées aux difficultés ci-dessus. Je ne citerai que pour mémoire la solution de fait, adoptée dans de nom-

breux cas à Paris, la réduction de la période de chauffage : c'est une solution qui joint l'illogisme à l'aveu d'impuissance. Le chauffage central, système qui réalise un certain degré de confort assez élevé, est peu compatible avec un raccourcissement draconien de la saison de chauffe. Ou, alors, il faut installer des chauffages d'appoint et le fait qu'ils n'aient à fonctionner que quelques jours ne les justifie pas. Je reviendrai, à la fin de ma conférence, sur les données qui déterminent selon les climats le choix rationnel d'une saison de chauffe.

On peut supprimer toute difficulté de répartition en adoptant des chauffages centraux individuels. Assez souvent, ces systèmes, qui bénéficient du préjugé favorable, ont été, immédiatement après la guerre, conçus avec des chaudières à gaz, ce qui, en raison du prix d'exploitation, a aggravé les difficultés des ménages. Mais la chaudière individuelle d'appartement à charbon (ou, encore, équipée d'un petit brûleur à mazout) peut constituer une solution, notamment dans certaines villes de province où le degré d'évolution de la clientèle serait une contre-indication à l'emploi du chauffage collectif. Il ne convient pas d'exagérer les fatigues de la « corvée » de combustible.

Système de répartition : le comptage.

Un autre système permettant de trancher et même d'éviter les discussions entre usagers, c'est la répartition au compteur. J'ai l'intention de m'étendre assez en détail sur cette question du comptage individuel de la chaleur, question qui est liée à l'étude des divers modes de répartition de la charge totale.

On peut faire la répartition de trois manières :

- 1° A la surface du plancher (ou encore au volume chauffé);
- 2° A la surface de chauffe installée;
- 3° Au compteur de calories.

Chacune de ces méthodes a ses avantages et ses inconvénients. Aucune n'est parfaitement juste.

La première (répartition au volume) a ses partisans, et il semble bien, à première vue, qu'elle aille plus que les autres dans le sens de la logique du système collectif. Habiter un collectif crée certaines servitudes qu'il convient d'accepter. Ainsi, il y a une solidarité de la chaleur et des températures, comme il y en a une du bruit. Mais ce système a, quand même, le tort de faire supporter par tous les gaspillages et la négligence de quelques-uns et de ne pas favoriser les économies. Même si, techniquement, l'objection n'est que de moyenne importance, elle a une portée psychologique considérable sur la plupart des milieux d'usagers.

La répartition à la surface de chauffe est peut-être, de toutes, la moins justifiée, encore qu'elle soit légale. On voit mal pourquoi l'occupant du dernier étage paye systématiquement 30 % de plus que celui d'un niveau intermédiaire dans le bâtiment. C'est pourtant son appartement qui isole les autres.

La répartition au compteur présente aussi des inconvénients, j'entends des inconvénients de principe, laissant, pour le moment, de côté l'exactitude du compteur. Si un usager se chauffe de manière très insuffisante, il devrait, semble-t-il, rembourser à ses voisins la part de dépense consacrée par eux à le chauffer. Le comptage ne permet évidemment pas ces corrections.

Il n'en reste pas moins que, du seul point de vue de la psychologie des occupants, il y aurait souvent avantage à ce qu'un compteur fasse foi. Les locataires ont l'habi-

tude de régler les dépenses locatives aux compteurs et il est relativement rare, dans l'ensemble, qu'ils contestent la validité de leurs indications. Au reste, on peut atténuer les inconvénients ci-dessus mentionnés en effectuant une répartition de la dépense globale, qui comporte un terme fixe assez important, de manière à pénaliser les locataires dont les économies excessives entraîneraient pour les voisins un préjudice notable. On aboutit ainsi à un tarif dégressif que les conditions techniques de l'exploitation justifient suffisamment.

Enfin, il est indéniable que l'installation d'un comptage individuel favoriserait l'éducation de l'usager et, en attirant son attention sur les diverses méthodes permettant de réaliser des économies, ferait baisser le coût annuel de l'exploitation. Il est difficile de dire de combien. De plus, si l'on veut faire un bilan économique du comptage, il faudrait distinguer, dans la somme totale économisée, la part qui est due à la meilleure conduite de l'installation (fermeture judicieuse des radiateurs des pièces aux moments de non-occupation ou, encore, quand l'insolation apporte une température suffisante — réduction des surchauffes — réduction du temps d'ouverture des portes et fenêtres) de la part qui est due à la réduction du confort. La première part est à porter, nette, au bénéfice du comptage; il n'en est plus de même de la seconde, car il est évident que, si le comptage conduisait les usagers à n'obtenir de leur chauffage central qu'un confort médiocre, il vaudrait mieux renoncer au chauffage central et au comptage, et installer des poêles. Certaines expériences ont montré, du reste, que les réductions d'exploitation entraînées à la suite de la pose de compteurs étaient sensibles les premières années, mais devenaient rapidement assez faibles : les usagers prennent tout naturellement l'habitude du confort.

Quoi qu'il en soit, en évaluant à 10 à 15 % la réduction des gaspillages et l'augmentation de l'efficacité de chauffe qu'on peut espérer du comptage individuel, il semble qu'on soit très optimiste. Pour que l'amortissement soit économiquement rentable, il faudrait donc que le prix d'un compteur et de son installation soit faible. Même à un prix unitaire de 40 000 F, l'amortissement raisonnable du comptage individuel pourrait être discuté.

Quoi qu'il en soit de cette discussion un peu longue — mais le problème est difficile à poser — la question paraît mériter les efforts entrepris pour la résoudre. Les compteurs existants, qui font l'intégration d'un débit par un écart de température (type AQUAMETRO, ou SIEMENS, ou KENT) sont d'un prix prohibitif et ne sont guère employés qu'à l'échelon chaufferie ou, en chauffage urbain, aux postes d'échange importants. Le système ÉGAL-CHEVALIER est lui-même coûteux : outre le prix de la plaque de thermocouples et du compteur électrique d'appartement qu'il nécessite, il suppose qu'on a réalisé des installations d'un type spécial plus cher : chaque appartement est muni d'un retour général, l'eau chaude devant passer toute par un point unique, et ce retour général est rapproché sur une certaine longueur de la colonne montante de départ. En outre, on by-passe tous les radiateurs, par des robinets à trois voies, de manière à réaliser un débit à peu près constant. Ainsi, on se contente d'intégrer des différences de température.

Je vais décrire rapidement quelques-unes des idées nouvelles qui ont fait, assez récemment, l'objet de brevets et pour lesquelles des constructeurs sont en train de réaliser des prototypes.

Un premier système comporte un compteur d'eau, placé soit sur le départ soit sur le retour, qui, chaque fois

qu'un volume d'eau est passé, envoie une impulsion électrique pendant un temps déterminé. Pendant cette durée, un compteur électrolytique enregistre une quantité proportionnelle à l'écart des températures entre aller et retour; ces températures sont mesurées à l'aide de thermocouples. Le cathion de l'électrolyte, qui est un sel de mercure, se dépose finalement dans un tube analogue à un tube de thermomètre, de sorte que les calories sont lues directement sur une graduation.

Voici le schéma d'un autre brevet : une turbine entraîne un disque qui porte des encoches; chaque fois qu'une encoche vient en contact avec une paillette fixe, un relai électrique est excité, qui fait tourner un balai dont chaque rotation représente par conséquent un certain débit. D'un autre côté, l'écart de température est transmis à un vecteur tournant, qui contacte un nombre variable de paillettes selon la grandeur de l'écart. Chaque fois que le balai fait un tour, un dernier relai reçoit un nombre d'impulsions proportionnel à l'écart de température, ce qui réalise l'intégration.

Ces deux systèmes n'entraînent qu'une faible complication de la distribution : il faut, toutefois, que chaque installation d'appartement soit réalisée de manière que toute l'eau de l'appartement passe par un point de rassemblement unique (à l'aller ou au retour).

On a encore proposé et réalisé d'autres systèmes pour mesurer les débits d'eau, en utilisant notamment le fluage d'un métal, ou encore la perméabilité magnétique d'une plaquette placée dans le courant, etc.

On a enfin proposé des systèmes de conception plus révolutionnaire.

Dans un de ces systèmes ⁽¹⁾, le départ de l'eau chaude est constamment maintenu à température constante en chaufferie. On s'arrange pour que l'écart de température soit approximativement le même pour toutes les installations d'appartement; il faut pour cela que la chute de température ne puisse pas être influencée par la fermeture partielle d'un robinet. Pour cela, les robinets habituels sont remplacés par des vannes tout-ou-rien. Dès lors, on fait la répartition de la charge globale entre les divers locataires grâce à de simples compteurs d'eau chaude; chaque installation comporte un compteur d'eau. Il y a de nombreuses difficultés de principe, notamment le fait que les débits de janvier n'ont pas les mêmes valeurs que les débits d'avril, mais certaines peuvent être résolues par un système astucieux de tarification qui consiste en un barème fortement dégressif. L'idée est certainement intéressante et il n'y a pas lieu de la rejeter à priori.

Telles sont les difficultés techniques actuelles du comptage sur l'eau chaude, difficultés qu'il sera sûrement impossible de résoudre à très bon marché, mais qui ne justifient pas l'abandon du problème. Les distributions de vapeur donnent lieu à des comptages plus simples. Il a été réalisé des installations où la distribution générale est faite en vapeur, avec un échangeur d'appartement. Le comptage est assez bien résolu, mais le système est coûteux d'installation.

Chauffage central partiel.

Passons du comptage à un autre essai de solution : le chauffage central partiel. Ceci peut s'entendre de deux façons.

La première consiste à installer des surfaces de chauffe dans toutes les pièces, mais de manière à ne réaliser qu'un dégourdisage général au lieu d'un chauffage complet. Par exemple, l'installation sera calculée comme une installation traditionnelle mais avec $+2^{\circ}\text{C}$ comme température de base, au lieu de -5°C . Tant que la température extérieure restera supérieure à $+2^{\circ}\text{C}$, le confort sera normal. Pendant les quelques jours annuels où la température descend au-dessous de $+2^{\circ}\text{C}$, on n'obtiendra qu'un confort réduit, qu'il sera loisible d'améliorer par un chauffage d'appoint localisé. Il se peut que, par ce moyen on diminue quelque peu le coût de premier investissement; moins qu'il ne paraît à première vue cependant, car si les surfaces de radiateur et de chaudière sont réduites, on ne gagne rien ou peu de choses sur les parcours, des tuyauteries et sur la main-d'œuvre. Quant au coût de l'exploitation, il faut considérer qu'on gagne un peu sur l'efficacité générale du système central, en raison de sa moindre variation d'allure; mais il est également probable qu'on perd sur le coût de l'appoint de chaleur, celui-ci étant en général obtenu avec un prix de la thermie plus élevé et un rendement médiocre. A confort égal, il est peu probable que ce système donne finalement lieu à une économie, surtout dans les climats tempérés qui sont les nôtres.

Une autre solution, plus audacieuse et finalement plus séduisante, est de sacrifier systématiquement le chauffage de certaines pièces et d'installer dans les pièces chauffées des surfaces de chauffe normales et même plus fortes qu'on ne le ferait dans la solution traditionnelle, justement pour tenir compte des pertes supplémentaires vers les pièces non chauffées. Il est probable que ce système permet de gagner proportionnellement plus que le précédent sur le coût de l'installation, car cette fois les parcours des tuyauteries peuvent être simplifiés et raccourcis, et le temps de pose est abaissé. L'avantage sur l'exploitation peut aussi être appréciable, à condition qu'on consente à ne chauffer qu'exceptionnellement, et de manière en tout cas très intermittente, les pièces non chauffées par la distribution centrale (et où un appareil individuel peut être installé). Il semble, ici, que l'idée soit intéressante et nous nous occupons d'en chiffrer les incidences en liaison avec l'Union des Chambres Syndicales de Chauffage de France. La conclusion dépend beaucoup, sans nul doute, du plan de la construction.

Dans un « quatre pièces », il semble de toute manière judicieux de chauffer au moins le living-room, la cuisine et une chambre (chambre d'enfants) ⁽¹⁾. Si les communications s'y prêtent, il est possible que quelques ouvertures de portes, faites au bon moment, suffisent à dégourdir suffisamment les autres chambres (au moment du coucher, par exemple). Si, au contraire, comme c'est souvent le cas, les chambres ne communiquent pas directement entre elles, l'économie obtenue ne le sera qu'aux dépens d'une réduction appréciable du confort. Ce n'est pas le seul cas où nous constatons que certaines exigences de la commodité ou de l'hygiène sont en contradiction avec une conception économique du chauffage. Il est certain que les dégagements intérieurs, nécessaires aux commodités de la vie individuelle et familiale et favorables à une bonne isolation phonique, gênent dans une mesure non négligeable cette concentration de l'habitat autour d'un point central, que nous

⁽¹⁾ L'idée de ce système m'a été fournie par M. CABAUD (Note de l'auteur).

⁽¹⁾ La salle d'eau doit aussi être chauffée, mais elle peut l'être par un gros radiateur instantané, car c'est essentiellement une pièce à courte durée d'occupation.

avons entendu si souvent réclamer par des représentants de la profession et qui serait, en effet, très favorable à un chauffage peu coûteux. De même, le souci de l'isolement sonore interdit de pratiquer dans les cloisons des ouvertures qui pourraient aider au dégourdissement des pièces non chauffées, comme à la ventilation. Quoi qu'il en soit, ces chauffages partiels ne peuvent être envisagés que si le plan s'y prête et pour les clientèles les moins fortunées.

Il faut, en tout cas, pour le moins, retenir de cette idée que, dans les H. L. M., il n'y a pas lieu de chauffer les entrées, les dégagements intérieurs, les W.-C. (qui seront très suffisamment dégourdis par les pièces environnantes), et surtout les escaliers et passages communs. Même du point de vue physiologique, il n'est pas mauvais que, par grand froid, l'organisme ne passe pas brutalement de la température extérieure à la température d'un local bien chauffé.

Il semble que nous prenions peu à peu, en tout ceci, une attitude assez différente de ce qui fut la position de la Commission Consultative Supérieure du Chauffage. Soucieuse à juste titre du confort et de l'économie, et se basant sur des travaux de grande valeur, celle-ci avait dressé un tableau des températures physiologiquement souhaitables dans les diverses pièces et en avait tiré la conclusion que l'installation devrait être calculée pour donner, par temps froid, ces températures. C'était une vision peut-être un peu théorique du problème. D'abord, elle prête à la critique. Des locataires qui ont un malade trouveront très justement que 14° C est une température très insuffisante pour la chambre; il est indéniable que les températures qui avaient été ainsi fixées caractérisent bien le confort de l'homme, mais il s'agit de l'homme à l'âge mûr et en bonne santé. D'autre part, l'usager a toujours la possibilité, par le jeu des ouvertures des portes intérieures, de mettre en échec un système qui veut, peut-être, un peu trop faire le bonheur des gens malgré eux, velléité dont l'expérience nous a montré les dangers. On simplifierait beaucoup le calcul des installations, sans qu'il en coûte guère plus, en adoptant pour les H. L. M. une règle plus simple, comme la règle ci-dessous :

« Les entrées, dégagements intérieurs, W.-C. (et, éventuellement salles d'eau) ne seront pas chauffés directement. Toute pièce où sera installé un radiateur sera prévue pour être chauffée à + 18° C (compte tenu dans la cuisine des chaleurs d'appoint). Si certaines chambres ne sont pas chauffées, le chauffage des pièces contiguës, et surtout de la pièce éventuellement communicante, sera majoré en conséquence. »

On objectera qu'en permettant à l'usager de chauffer ses chambres à 18° C comme son living-room, on va ajouter au gaspillage; ce n'est même pas certain, car l'expérience prouve que les usagers ne savent guère se servir du réglage secondaire de leurs robinets et le font, au mieux, jouer par tout-ou-rien. Si l'installation fournit 18° C à la chambre, on peut espérer que certains usagers fermeront, de jour, les robinets des radiateurs des chambres; si elle ne peut donner que 14° C, ils le feront beaucoup moins car, le soir, il leur faudrait un trop long temps pour remettre la pièce en température.

Méthodes diverses de réduction du coût d'exploitation.

Les modes de solution que nous venons de mentionner sont des tentatives, plus ou moins brutales, d'abaisser d'un pourcentage élevé le coût de l'exploitation. Nous venons de voir ce qu'il y a lieu d'en retenir

en ce qui concerne le comptage individuel et en ce qui concerne le non-chauffage de certaines pièces, secondaires ou même principales. Aller très loin dans le sens du chauffage partiel, reviendrait en bonne logique à mettre en cause le principe du chauffage central, dont l'avantage est justement de simplifier le travail ménager en remplaçant plusieurs foyers par un même nombre de surfaces chauffantes alimentées par un foyer unique. Avant de pousser ces solutions qui, du reste, au-delà d'une certaine limite, prennent vite le caractère de palliatifs plus que de solutions véritables, il importe d'envisager les autres méthodes qui permettent de réduire le coût de l'exploitation.

Isolation.

La construction doit avoir une isolation convenable. Nous avons entendu bien des critiques à ce sujet, concernant les méthodes nouvelles de construction. Cependant, les habitations traditionnelles n'étaient certes pas sans reproche à cet endroit, la pierre étant un matériau trop compact et trop lourd pour être un bon isolant. A leur apparition, les techniques nouvelles, que l'on classe de manière assez impropre sous le vocable général de préfabrication, donnèrent de mauvais résultats. Ces techniques font un large appel aux agglomérés de béton ou au métal. Elles ont, fort heureusement, déjà fait des progrès notables quant à leur isolation et on pourra encore les améliorer. Il suffira d'éviter de manière judicieuse les matériaux du genre parpaing, de faire appel, mais pas trop, aux lames d'air isolantes, en veillant, toutefois, aux risques de condensations intérieures et en évitant de créer à l'humidité des barrières étanches (ou, alors, il faut laisser ruisseler l'humidité et l'évacuer); il faudra aussi utiliser à bon escient les matériaux de remplissage, dont certains sont peu coûteux, et au besoin les matériaux isolants légers qui ont fait de très gros progrès. Comme, toutefois, l'isolation coûte cher, il n'y a pas lieu non plus de la pousser jusqu'à des valeurs qu'un bilan économique bien fait révélerait inintéressantes. C'est une recherche fonctionnelle du plus haut intérêt que de savoir où l'on doit s'arrêter dans l'isolation de nos maisons. Nous l'avons entreprise et la solution dépend de multiples facteurs que je n'ai pas le loisir de développer.

Pour situer la marge considérable qu'offrent les possibilités techniques de la construction, je citerai trois exemples, relatifs à des maisons expérimentales isolées, édifiées dans la région parisienne. L'un des pavillons (surface de plancher : 80 m²) consomme, en moyenne, moins de 7 kg de combustible par jour : c'est un pavillon de construction suisse. Une construction finlandaise est encore plus remarquable : elle est équipée d'un petit calorifère, qu'il suffit d'allumer pendant quelques heures tous les 2 jours, de sorte que, dans cette construction, le chauffage sert d'appoint, le système de fond étant réalisé par la chaleur animale des occupants. A l'opposé, nous avons trouvé des constructions où la perte horaire atteignait 50 et même 55 cal/m². La raison et l'économie se situent certainement entre ces extrêmes, car, bien entendu, l'isolation excessive des pavillons suisses et finlandais que nous venons d'évoquer est obtenue aux dépens du renouvellement de l'air et de l'hygiène.

Quoi qu'il en soit, nous avons pu dresser des standards d'isolation, que vous aimerez certainement connaître. Les voici, pour des habitations collectives dont l'épaisseur entré-façades est de l'ordre de 10 m :

— Le mur plein aura un coefficient global inférieur à 1,2 cal/m²/h/°C (ce chiffre étant abaissé à 1 dans les régions les plus froides : Alsace, montagne, et relevé

à 1,5 pour la zone méditerranéenne). Les sols et plafond haut du dernier étage auront des coefficients du même ordre de grandeur.

— Le taux de baies vitrées sera caractérisé par un rapport $\frac{S}{V} = \frac{1}{15}$ (S, surface des vitres en m², V, volume total du bâtiment en m³). Ce taux est suffisant pour l'éclairage naturel et des baies plus vastes ne seraient pas justifiées par des considérations physiologiques valables. On peut, toutefois, aller au delà pour les baies orientées au sud.

— Les menuiseries seront en principe traditionnelles, sans recherche d'une étanchéité particulière.

Les standards ci-dessus conduisent à une déperdition au mètre cube de 1,1 à 1,3 cal/h/m³/°C (chiffre réduit à 1 pour l'Alsace et la montagne) dans un collectif ordinaire, c'est-à-dire, pour Paris, à 25 à 30 cal/h/m³, soit environ 6 000 cal/h pour l'appartement type de quatre pièces (205 m³ environ).

Quelques standards à respecter.

La responsabilité du bâtiment dans l'élévation du coût de l'exploitation étant dégagée par le respect des standards minimums ci-dessus, il restera, naturellement, à réaliser une installation pouvant donner lieu à des dépenses réduites. Pour cela, je rappellerai qu'il faut essentiellement :

— D'abord, qu'elle soit bien calculée et bien équilibrée. Et, comme il n'est pas possible d'arriver à un équilibrage parfait, il doit être prévu un réglage primaire d'ensemble, qui ne soit pas laissé au maniement et aux fantaisies de l'usager. Il y a lieu de conseiller, à cette fin, les robinets à double pointeau ou, encore, le coude de réglage sur le retour à la sortie du radiateur (avec robinet à simple pointeau à l'entrée).

— Ensuite, que l'installation soit bien conduite et réglée, de manière à éviter toute surchauffe générale. Je me garderai d'entamer le morceau de bravoure habituel sur les avantages et les inconvénients de tel ou tel système de régulation. Une rapide énumération suffit à montrer la complexité du problème : en se limitant aux systèmes dont il est possible d'imaginer l'application à de grands collectifs, on peut envisager d'abord une manœuvre « manuelle » d'un simple aquastat fixant la température de départ de l'eau — cette température de départ peut être obtenue, soit directement en agissant sur l'allure du brûleur (à mazout ou à charbon), ou, encore, du ventilateur, dans certaines chaudières spéciales, soit, pour les grosses puissances, en agissant sur le nombre des unités de chauffe, soit au moyen d'un circuit spécial avec une vanne mélangeuse —; au lieu d'être manuelle et faite selon les indications d'un tableau de marche, la régulation peut être automatique et basée sur l'ambiance d'une pièce témoin ou, solution rivale, sur l'ambiance extérieure, par système variostatique. On peut, d'un autre côté, dans l'habitation, envisager plusieurs circuits avec des horaires de régulation différents, voire avec des régulations de conceptions différentes. Ainsi, l'expérience reste à faire d'un circuit alimentant les pièces de jour et un autre les chambres, dont les programmes normaux sont incontestablement différents; ou encore, un circuit pour un chauffage de fond continu et impossible à arrêter, avec un circuit différent pour les pointes et pour les besoins propres à chaque usager. Si le collectif est à deux orientations bien distinctes, on peut réaliser un circuit par orientation : c'est la méthode qui permettra le mieux de mettre en échec les fantaisies de l'ensoleillement aux mois de mars et d'avril. Telles sont les possibilités, souvent discutées; certaines sont séduisantes, mais coûteuses. Il faut,

naturellement, chiffrer leur prix et leurs conséquences. Je me garderai de tirer une conclusion; mais, j'observe que, dans le domaine du chauffage domestique, on risque d'aboutir souvent à des échecs en voulant pousser la mécanisation et l'automatisme jusqu'à ses limites ultimes. De toute manière, la consommation de combustible est, de loin, le poste essentiel de l'exploitation et vouloir trop économiser sur la main-d'œuvre peut n'être pas une bonne formule.

Quant à l'équipement de la production de chaleur et au choix du combustible, c'est évidemment une question essentielle et que nos études d'ensemble doivent aborder. On nous dira que les éléments économiques sont mouvants, que le prix de la thermie-coke a fait, le mois dernier, un bond considérable en valeur relative, qu'il est bien difficile, dans ces conditions, de faire un choix valable. Je n'en disconviens pas et c'est l'une des difficultés de la tâche du Maître d'œuvre d'avoir à choisir une position qui engage l'avenir dans des conditions aussi aléatoires.

Nous n'espérons donc pas, des études de base que nous voulons entreprendre en ce domaine, des choix formels et définitifs (qui seraient, de toute manière, influencés par les conditions locales). Mais il s'agit de déterminer quelques éléments techniques plus stables qui puissent être combinés, à tout instant, aux éléments économiques mouvants. C'est ainsi que nous aurons à déterminer, en fonction du matériel et de la qualité de la main-d'œuvre de chauffe et de surveillance, les rendements pratiques des chaufferies, aux diverses allures, rendements qui diffèrent tout naturellement d'un certain nombre de points des rendements obtenus sur banc d'essai avec un combustible choisi. Il faudra, pour cela, un nombre considérable d'essais. Nous pourrions, alors, déterminer en outre les allures de marche optima, question qui est encore mal connue à l'heure actuelle.

Comme nous visons à une œuvre pratique et utile, nous aurons à examiner notamment les solutions qui ont été proposées (avec un certain succès, semble-t-il) pour réduire les coûts d'exploitation (solutions qui, généralement, représentent un investissement sensiblement augmenté), c'est-à-dire par exemple :

— L'emploi de chaudières dimensionnées pour l'utilisation des cokes (encore que les prix du coke soient en évolution croissante);

— L'utilisation des brûleurs et avant-foyers spéciaux;

— L'utilisation des chaudières spéciales, dont il existe déjà plusieurs types;

— En combustibles liquides et, tout au moins, pour des unités de puissance suffisante, l'emploi des qualités lourdes.

Quelques-unes des questions que nous avons évoquées sont justiciables de recherches théoriques ou d'essais de laboratoire. D'autres justifient la création de chantiers expérimentaux, sur lesquels les problèmes seront étudiés à leur vraie grandeur et sur des logements normalement occupés.

Le chantier expérimental de Melun et ses premiers enseignements.

Avec l'aide du Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme et l'appui de certains groupements nationaux que ces questions ne pouvaient laisser indifférents (Charbonnages de France, Industrie du Pétrole), nous sommes en train de créer ces chantiers expérimentaux : Melun est le premier en date, mais il s'en-

cadre dans un programme plus vaste. A Orléans, nous commençons à organiser un chantier pour l'étude des procédés de comptage individuel de la chaleur dans des installations à eau chaude. A Caen, nous aurons aussi des chantiers sur lesquels nous tenterons d'abaisser au minimum les dépenses d'exploitation. Il y aura lieu, enfin, de réaliser des essais sur le chauffage central partiel.

Je vais très rapidement résumer ce qui a été fait à Melun. Nous avons un collectif de 48 logements, qui présente cette caractéristique tout à fait primordiale à nos yeux de réaliser, au point de vue du plan comme au point de vue de l'isolation thermique, les standards que nous considérons maintenant comme « normaux ». Les 48 logements sont équipés d'un chauffage collectif traditionnel, avec une centrale unique. Chacun des « quatre pièces » (il y a 24 « trois pièces » et 24 « quatre pièces ») a une déperdition de 6 400 cal/h.

Selon les appartements, les dispositions techniques varient. Je ne puis m'étendre en détail; sachez seulement qu'il existe trois types de distribution, deux positions différentes pour l'emplacement des radiateurs, que seize appartements sont installés de manière à pouvoir être équipés d'un comptage individuel. Des jeux de vannes permettent une inversion facile des circuits. Il est, enfin, possible de modifier les chaudières et les brûleurs utilisés (et, naturellement, les combustibles). Il doit, cependant, être entendu que le but de l'essai n'est pas de juger une chaudière ou un brûleur, mais de caractériser au point de vue pratique quelques types généraux de matériel. Enfin, il est prévu la possibilité d'installer plusieurs modes de régulation.

Je ne puis développer beaucoup l'ensemble des mesures que nous effectuons. Comme l'un des éléments essentiels que nous souhaitons atteindre est l'action des interventions de l'usager, chacun des 48 appartements contient en permanence quatre enregistreurs de température. Nous mesurons, naturellement, les quantités de combustibles, les quantités d'électricité et, aussi, les débits d'eau et les calories livrées aux divers blocs d'ensemble qui peuvent fonctionner de manière indépendante.

Comme nous avons tenu essentiellement à ce que les enregistreurs ne soient pas laissés sans surveillance et sans qu'il soit effectué de fréquentes retouches, je vous dirai que nous avons sur place cinq techniciens dont la mission est de passer de temps en temps (au moins quatre fois par semaine) dans les 48 logements pour vérifier la correction et l'exactitude suffisantes des mesures.

Enfin, dans six des 48 appartements, l'installation de chauffage central peut être coupée. Les locataires sont alors chauffés par des installations individuelles complètes de convecteurs électriques alimentés sur courant direct. Chacun des convecteurs — il y a un convecteur par pièce — est réglé par un thermostat d'ambiance. Naturellement, chacun de ces systèmes individuels a son compteur électrique particulier. Ainsi nous est offerte la possibilité de suivre, jour par jour, le besoin de calories de ces appartements témoins (puisque le « rendement » des convecteurs électriques est égal à l'unité et l'efficacité de ces mêmes appareils est relativement bien connue et peut être prise comme référence).

Tel est le schéma de l'installation que nous avons réalisée. Nous nous sommes surtout efforcés de concevoir une installation suffisamment souple, qui puisse se prêter à des adaptations ultérieures. Quand on mène des essais grandeur nature d'une certaine ampleur, on constate que les mises au point sont continues, de nouvelles

idées, souvent simplificatrices, apparaissant au fur et à mesure. Il ne faut donc pas s'imposer un programme trop rigide à longue échéance, le nombre d'expériences nécessaires pour mettre en évidence une caractéristique ou atteindre une précision donnée n'étant pas nécessairement exactement connu a priori.

Chaque essai dure et durera, en principe, 48 h, c'est-à-dire que la période de base pour l'étude statistique est de 48 h, mais, en fait, pour les occupants, l'essai est continu et dure toute la saison de chauffe. Avec des essais de 48 h, la dispersion des résultats diminue suffisamment, de telle sorte qu'en définitive la précision valablement escomptée est au moins aussi bonne qu'avec deux fois plus d'essais durant une journée. Avec une unité de temps de 48 h, il est possible de faire encore quatre-vingts ou quatre-vingt-dix expériences par saison de chauffe. Et, si l'on admet que, statistiquement, un phénomène, même mesuré sans grande précision, peut être mis clairement en évidence et avec une bonne précision au bout de six ou sept essais (surtout, si on peut pratiquer une « inversion »), on peut encore, par hiver, essayer de « démontrer » entre dix et quinze phénomènes.

Sur ces bases, nous avons d'abord fixé à 3 ans la durée de l'expérience. Il nous apparaît que c'est une durée minimum qu'il y aura vraisemblablement intérêt à prolonger.

Il va de soi que les dépouillements seront longs et assez laborieux. Le travail statistique proprement dit pourra être effectué sur machines à calculer spéciales. Mais la préparation du travail, quand ce ne serait que le dépouillement du nombre considérable de bandes enregistreuse que nous allons avoir, sera longue et assez pénible.

La saison qui vient de s'achever a été consacrée à des mises au point préalables, nécessaires, mais aussi longues et délicates. Nous nous sommes attachés à dresser, par « approximations successives », un tableau de marche de l'installation, car, naturellement, nous avons commencé par un système de régulation très simple. Il était convenu que le « gardien », qui assurerait la conduite de la chaufferie, passait cinq fois dans la journée pour vérifier la marche correcte des brûleurs et régler le départ de l'eau selon un tableau conçu en fonction de la température extérieure. On comprend que, dans ces conditions, on ait pu arriver à une conduite d'ensemble excellente. Comme, en outre, nous avons veillé à ne pas surchauffer, sauf rares exceptions, les locataires au delà de 19° C, cela explique que nous soyons arrivés à des résultats suffisamment bons et intéressants, bien que nous n'ayons pris aucune précaution bien spéciale en ce qui concerne la production de chaleur.

Les résultats sont rudimentaires : il s'agissait d'une mise au point. En voici un, néanmoins, que je donne sous bénéfice d'inventaire, car je n'ai pu effectuer l'étude critique complète. Si nous comparons les consommations obtenues lorsque nous chauffons nos occupants à 18 ou 19° C et celles obtenues les rares fois où nous les avons chauffés à 21° C, l'écart est bien plus grand (très approximativement 40 % de plus) que ne l'indiquerait l'hypothèse de proportionnalité. Et on constate, en effet, que les ouvertures des croisées sont très limitées tant qu'on ne chauffe les occupants qu'à 18 ou 19° C.

Nous n'avons pu fixer le rendement pratique général de l'installation au cours de ce premier hiver : nos convecteurs n'ayant pu être mis en route que trop tard. La consommation de fuel, ramenée à l'appartement de quatre pièces, a été de 1,8 t sensiblement : elle pourra être améliorée (de 10 %, peut-être), d'une part, en utilisant une chaudière dont les dimensions du foyer seront mieux adaptées aux combustibles liquides, d'autre part,

en calorifugeant les canalisations générales, ce qu'on n'a pu faire alors qu'il y avait des aménagements et des modifications prévus.

Exploitation des résultats des chantiers expérimentaux.

Je voudrais évoquer deux difficultés qu'il faudra surmonter lors de l'exploitation des résultats.

Critère de confort.

La première tient au choix d'un critère de confort. S'il s'agissait de définir un confort instantané, la solution résiderait dans l'adoption d'une température d'air ou mieux d'une température résultante; celle-ci suffirait bien largement à nos besoins, en tant qu'index de confort. J'entends bien toutes les critiques qu'on peut faire au choix d'un chiffre pour indexer le confort; j'en ai parfois parlé à des physiologistes, qui généralement ont quelque réticence pour cette idée, et je comprends bien leur impression. Mais c'est pour tous les techniciens une nécessité. Dans nos expériences, notamment, les comparaisons que nous nous proposons seraient absolument illusoire sans cela. Ce critère peut, naturellement, être imparfait; il suffit que les erreurs qu'il donne ne soient pas systématiques.

Si, donc, nous voulions caractériser un confort instantané, nous prendrions la température résultante ou, même, à la rigueur, la température d'air, plus imparfaite, mais suffisante encore ici, car, dans ce cas particulier (il n'y a ni grands vitrages, ni vastes surfaces à température élevée), température d'air et température résultante sont des quantités très voisines (les écarts de 1 ou 1,5° C sont déjà rares). Mais, il s'agit de caractériser le confort d'une période de chauffe déterminée et on ne peut le faire par une moyenne de température d'air, ni par une moyenne de température résultante.

Toutes les pièces du logement ne sont pas occupées en permanence : or, le confort consiste à obtenir les températures de confort, mais seulement aux heures où il y a occupation du local. Ainsi, en envisageant les choses d'une façon un peu extrême, on pourrait imaginer deux systèmes de chauffage : l'un, très lourd, qui consiste à maintenir une température rigoureusement constante partout égale à la température de confort, l'autre, infiniment souple, permettant de réaliser cette température aux périodes d'occupation et une température égale à la température équivalente d'équilibre sans chauffage tout le reste du temps (ce dernier système est physiquement impossible, son inertie étant nulle par définition). On conçoit que le choix comme index de confort du logement d'une température moyenne revient à avantager, indûment, le chauffage continu. Parallèlement, et ceci est une circonstance aggravante, il attribue une valeur de confort à toute surchauffe, générale ou locale. C'est donc là un critère inadéquat; si on l'appliquait brutalement, il conduirait probablement à démontrer qu'il faut chauffer en continu, sans réduction de nuit, etc.

Comment lever cette difficulté ? Il faut à mon avis considérer les températures à diverses heures caractéristiques de la journée, établir une table de notes de confort relatives aux diverses pièces, notes dont on peut faire alors la moyenne aussi bien dans l'espace que dans le temps. Autre avantage de ce système : c'est que les notes de confort peuvent, théoriquement, être données non seulement en fonction de la température résultante, mais encore d'autres facteurs,

état d'humidité de l'air par exemple (ce dernier semblant bien, du reste, de peu d'importance aux températures habituelles).

Extension des résultats.

Reste à envisager la possibilité d'extension des résultats. Qu'il soit facile d'étendre les conclusions à d'autres collectifs est très concevable, car nous avons pris la précaution de choisir un collectif type, tant au point de vue du plan qu'au point de vue de l'isolation. Mais, il est moins évident qu'on puisse valablement transposer de Melun au reste de la France, car il n'est pas du tout évident a priori que Melun, c'est-à-dire la région parisienne, soit le climat type de la France.

Si on considère la gamme des degrés-jours des climats de la France métropolitaine, on constate que, si l'on excepte certains hameaux des Alpes dont l'altitude dépasse 1 500 m, aucun lieu habité ne dépasse sensiblement 4 000 degrés-jours. Une première catégorie géographique, qui comprend à vrai dire près de 85 % du territoire et 80 % de la population, peut être constituée par les climats froids et tempérés tels que :

LOCALITÉS	DEGRÉS-JOURS
Briançon	3 200
Strasbourg	2 000
Saint-Étienne	1 850
Valenciennes	1 850
Région parisienne	1 700
Limoges	1 600
Paris-Ville	1 550
Caen	1 500
Nantes	1 250
Brest	1 050
Bordeaux	
Toulouse	

Toutes les régions correspondantes ont une période de chauffage d'au moins 130 jours (250 au plus) et, surtout, cette période est d'un seul tenant. Par exemple, dans la région parisienne, si on considère que c'est le 15 octobre d'une part, le 10 avril de l'autre, que la courbe annuelle fixant en moyenne la variation de la température moyenne quotidienne passe par la valeur + 10° C, on obtient une période de chauffage allant du 15 octobre au 10 avril, soit environ 175 jours. Durant cette période, du 15 octobre au 10 avril, on trouve en moyenne 6 journées au cours desquelles la température moyenne quotidienne dépasse 13° C. Nous pouvons donc considérer comme valable un chauffage à durée continue, les 6 jours en question au cours desquels le chauffage est à peu près inutile étant trop peu importants pour qu'économiquement il y ait lieu d'en tenir compte.

Au contraire, les climats tels que :

LOCALITÉS	DEGRÉS-JOURS
Avignon	1 000
Montpellier	800
Narbonne	800
Marseille	800
Bayonne	700
Perpignan	700
Côte de Toulon à Nice et Corse.	moins de 600

sont d'un type bien différent. Leur période de chauffage est inférieure à 120 jours, et surtout elle est fractionnée, en fait, la plupart des années, en plusieurs périodes plus courtes et, qui plus est, à dates peu prévisibles. L'extension d'un résultat quelconque obtenu à Melun à ces régions serait évidemment très aléatoire.

Il se trouve, du reste, qu'alors que le chauffage central est certainement une solution valable pour les climats de la première catégorie, on peut discuter son adoption pour toute construction à caractère économique, c'est-à-dire non luxueux, située à Narbonne, Montpellier, Perpignan, Marseille ou Toulon (en gros, la région méditerranéenne). En effet, la période de chauffage très courte rend difficile un amortissement raisonnable de l'installation. L'impossibilité de prévoir suffisamment les dates où le chauffage est nécessaire gêne la conduite rationnelle et économique de toute centrale alimentant plusieurs logements. Enfin, les phénomènes d'insolation rendent tout réglage de demi-saison inopérant, en tout cas très délicat.

CONCLUSIONS

En conclusion, je veux indiquer de manière précise les enseignements essentiels que nous pouvons dégager des expériences entreprises :

— L'influence réelle des manœuvres laissées au gré de l'usager, et du fait même de l'occupation des locaux, sur la demande de chaleur et l'exploitation.

— Les incidences de la conduite de la chaufferie et de la régulation.

— La possibilité et les conséquences de la répartition des charges selon les indications d'un comptage de la chaleur par appartement.

— Enfin, en fonction des conclusions dégagées en ce qui concerne les deux premiers points ci-dessus (et, éventuellement, le troisième), le rendement pratique qu'il convient d'espérer de chaque installation, selon les divers cas, aux stades de la production, de la distribution, de l'émission.

Naturellement, les résultats de ces essais ne devront pas être exploités indépendamment de toute autre considération. Ils seront confrontés avec les statistiques d'exploitation connues.

Les précisions obtenues permettront de recueillir un ensemble de données assez mal connues ou, en tout cas, controversées à l'heure actuelle. La confrontation de ces données techniques avec les éléments économiques propres (prix, perspectives d'avenir, approvisionnements, etc.) facilitera l'élaboration de directives tout ensemble moins discutables et mieux adaptées, qui permettront aux Maîtres d'œuvre de faire leur choix en connaissance de cause.

DISCUSSION

M. LE PRÉSIDENT. — Je me demande si, dans le rapport de M. FOURNOL, il y a lieu d'admirer plus le fond que la forme. J'avoue que j'ai pris un plaisir immense à l'entendre et je pense que, par ailleurs, il pourrait poursuivre une belle carrière si, heureusement pour la science, il ne s'intéressait pas plus aux questions de chauffage qu'aux questions politiques.

Vous comprenez maintenant pourquoi nous attendons avec tant d'impatience et d'intérêt les résultats des recherches du Centre Scientifique, aussi bien à Melun qu'ailleurs, car vous voyez avec quelle rigueur et quels soucis de toute nature, pratique et psychologique, ces recherches ont été conduites. Le désir de n'oublier aucun des facteurs est manifeste.

Quelques-uns d'entre vous ont-ils des compléments d'informations à demander à M. FOURNOL ? Je ne parle pas de critiques, car tout semble avoir été prévu.

M. PRUD'HON. — J'ai pris, durant la conférence de M. FOURNOL, qui est remarquable, quelques notes. Ce ne sont pas des critiques ; je vais tout simplement exposer quelques constatations pratiques faites au cours de ma carrière.

Premièrement, vous préconisez, pour le chauffage collectif, l'eau chaude. C'est certainement le système convenant le mieux présentement. Il y a une petite constatation à faire, concernant la variation de la température de l'eau à la sortie de la chaufferie. Si elle correspond bien aux déperditions réelles du bâtiment, cette variation de température va s'étendre, par exemple, de 80° C par temps froid à, mathématiquement parlant, 25° C par temps doux.

Pendant les périodes de demi-saison, il va arriver ceci avec les locataires : lorsqu'ils vont toucher les radiateurs, la température sera inférieure à la température de leur main et ils en concluront qu'on ne les chauffe pas et qu'ils sont obligés de payer alors le combustible consommé à la chaufferie.

Ceci est tout à fait réel. Il y aurait, à mon point de vue, une éducation des locataires à faire. Il y aurait lieu de leur apprendre ce que sont les déperditions et les besoins de chaleur d'un appartement.

M. FOURNOL. — Vous soulevez une question qui est très intéressante et que nous avons constatée au cours de cette première saison de chauffage, à Melun. Nous avons chauffé les

gens à des températures résultantes qui étaient à peu près constantes d'un bout à l'autre de l'année, pour un même appartement, mais c'est un fait que nous n'avons pas eu la moindre plainte, ni la moindre réclamation au gros de l'hiver, alors que les radiateurs étaient à 75° C. Nous n'avons jamais poussé le chauffage, d'ailleurs, parce que nous avons cherché à réaliser un chauffage économique.

En revanche, nous avons eu beaucoup de réclamations lorsque les radiateurs étaient à 30 ou à 28° C. Les occupants, tout en ayant la même température, nous disaient : « nous ne sommes pas chauffés ». Votre remarque est tout à fait exacte.

Vous avez en outre évoqué un problème qui est celui de l'éducation de l'usager. Il fait partie évidemment d'une des questions essentielles du chauffage central pratique. À Melun, nous avons essayé de faire cette éducation ou tout au moins de l'amorcer, au moyen de circulaires qu'on envoyait aux usagers. Il s'agissait d'un texte très court pour essayer d'expliquer ce que c'était que le chauffage central et, en gros, comment on pouvait s'en servir.

Il ne faut pas être trop sceptique, à priori, sur cette question. Notre circulaire a été lue par 35 % des locataires. 35 % c'est mieux que rien !

M. LE PRÉSIDENT. — Combien l'avaient comprise ?

M. FOURNOL. — Je n'en sais rien. Quelques-uns m'ont dit qu'ils avaient trouvé cela très rationnel. Nous avons l'intention de faire une enquête, avec toutes les précautions que ce genre de chose exige. Vous avez fait, Monsieur le Président, de telles enquêtes bien avant moi et vous êtes plus compétent que moi sur cette question. Mais, à priori, il n'est pas mauvais de faire une enquête auprès des gens, quelles que soient les critiques qu'on puisse faire à toute enquête de cet ordre-là. Nous comptons faire une enquête sur la façon dont finalement ils ont jugé ce chauffage et essayer d'en tirer quelques résultats.

Mais la conclusion est tout de même que le fait d'essayer d'éduquer l'usager peut donner un certain résultat.

J'ai jadis entendu dire une chose à M. André Nessler qui était très juste et cela m'a frappé. Pour ventiler un appartement, il y a deux possibilités : ou bien ouvrir la fenêtre 2 h le matin et ne pas l'ouvrir tout le reste du temps ; ou bien l'ouvrir huit fois 5 mn dans la journée.

Il est évident que la deuxième solution est bien meilleure, à tous points de vue, au point de vue ventilation comme au point de vue économique. C'est une chose qu'il faudrait essayer d'obtenir des usagers. Mais tout cela demande du temps.

M. PRUD'HON. — Deuxième question, celle des compteurs. Si vous mettez des compteurs dans chaque appartement et si votre chaufferie est bien conduite par rapport à la température extérieure, si un locataire s'absente de son appartement, comme il doit payer le chauffage pendant son absence, il supprime son chauffage. Si deux étages au-dessus vous avez un locataire qui fait la même chose, le locataire intermédiaire a des déperditions qui sont très augmentées par toutes les surfaces de plancher et de plafond. Comme votre chaufferie est bien réglée le locataire intermédiaire ne va pas pouvoir augmenter son chauffage, et avec juste raison réclamera. C'est un inconvénient.

M. FOURNOL. — C'est un inconvénient que j'ai signalé; le compteur n'est pas l'idéal de la justice. Avec un tarif fortement dégressif on arrive à pénaliser un peu ces choses-là.

M. PRUD'HON. — Étant donné le prix d'installation des compteurs, de leur entretien, je crois qu'en définitive on a conclu que, dans les pays où le combustible ne coûte pas trop cher, il est préférable d'abandonner le compteur.

M. FOURNOL. — Je ne veux pas préjuger ce qui n'est qu'affaire d'expérience.

M. PRUD'HON. — Vous avez parlé de ne pas chauffer toutes les pièces d'un appartement. Au début, quand on a commencé à chauffer les immeubles de rapport, c'est-à-dire vers 1900, c'est ce qu'on a fait, parce que le chauffage central coûtait excessivement cher d'installation. On chauffait la salle à manger, un salon et la galerie; on ne chauffait pas les autres pièces. On a reconnu très rapidement que cela n'était pas du confort et on a abandonné ce système. On préfère chauffer toutes les pièces à une température suffisante, parce qu'on ne sait jamais comment un appartement va être réellement occupé. Dans certains appartements, les chambres à coucher sont utilisées comme bureaux ou autres pièces à occupation continue. Il faut tout de même pouvoir leur donner, je crois, une température suffisante.

Il y a aussi la question du calcul des déperditions. Ces déperditions se font, par exemple, pour Paris, entre 18 et — 5° C. Mais quand la température extérieure s'abaisse à — 10° C, il y a dans toutes les pièces insuffisance notoire de chaleur. Par les grands froids, il n'y a pas si longtemps, des locataires ont été obligés de quitter leur appartement et d'aller vivre pendant quelques jours à l'hôtel.

M. FOURNOL. — C'est une position que nous n'avons pas remise en cause.

M. PRUD'HON. — Je veux en arriver à ceci, c'est que, dans tout appartement important, il devrait y avoir une pièce légèrement surchauffée, que j'appellerai le réduit — et je conseille que ce soit la salle à manger — à laquelle on accorderait par exemple 2 ou 3° C en supplément. Dans ce cas, s'il arrive une période de grands froids, on peut tout au moins se réfugier dans la salle à manger pendant le jour.

M. LE PRÉSIDENT. — Je crois, monsieur PRUD'HON, que la température de base admise correspond à des règles statistiques qui me semblent saines. S'il fait quelques degrés de moins dehors, du fait que ce sont des variations parfois rapides, l'inertie du bâtiment, quand il n'est pas trop léger, joue, et la baisse de température est minime. Eu égard au fait que les gens s'entraînent plus ou moins au froid, je ne pense pas qu'il y ait d'inconvénients majeurs.

M. PRUD'HON. — Je suis de votre avis parce que, par grands froids, j'estime que la température intérieure peut baisser un peu également, de manière à réduire l'écart entre l'extérieur et l'intérieur. Mais malgré tout, je suis partisan de chauffer une pièce un peu mieux que les autres.

M. DUPUY. — Sur ce dernier point, il faut également tenir compte qu'on dispose, en fait, d'un appoint dû à l'écart entre la température intérieure spontanée et les températures extérieures. D'ailleurs, M. FOURNOL nous rappelait qu'au-dessus de 13° C il devient pratiquement inutile de chauffer. Par consé-

quent, lorsque nous calculons le chauffage par 18 et — 5, en fait nous calculons plutôt par 13 et — 10.

M. HÉRODY. — Tous les travaux de M. FOURNOL, ou du moins du groupe dirigé par M. FOURNOL, sont des travaux extrêmement bien conduits, très intéressants, qui sont absolument indispensables parce qu'il est bon, dans l'état actuel des choses, de remettre un peu d'ordre et de tirer des conclusions pour établir un certain nombre de règles qui se devront ensuite d'être normalement suivies.

Mais il y a tout de même, sur tout ceci, quelque chose à dire : c'est que les règles une fois établies avec les éléments tirés de ces expériences ne pourront servir qu'à des immeubles collectifs semblables à ceux dont ils auront été tirés et non systématiquement à tous.

De l'économie dirigée qui est indispensable pour l'établissement de ce genre d'immeubles, il ne faudra pas en conclure des règles absolument obligatoires, parce qu'enfin il y a l'individualisme, qui a le droit d'exister aussi et qui a sa raison d'être en matière de construction.

Actuellement, par la force même des choses, on est arrivé à ne les voir que sous un certain jour : il en découle un certain nombre de directives que l'on considère comme nécessités, mais qui ne sont cependant pas d'une exigence absolue.

Quand on examine bien l'ensemble du problème de la construction, on arrive à voir les choses sous un tout autre jour. C'est ainsi qu'en matière d'habitations ouvrières, les conceptions évoluent beaucoup.

Quand je passe dans mon pays, en Bourgogne, je vois un château avec une grande cour, et des logements de vignerons. Ces logements construits sur celliers ne comportent que deux pièces; au moment de leur construction, ces logements ont dû être considérés comme « épatants », car ceux qui existaient avant n'en comportaient qu'une. Ils sont bien loin, maintenant, de la conception actuelle, qui considère comme indispensables : une pièce commune, une pièce pour les parents, une pour les filles, une pour les garçons, avec une cuisine et une salle d'eau.

Tout ceci est très joli, mais arrive à coûter un tel prix que finalement, cela devient irréalisable et que, pour vouloir faire trop bien, on ne fait finalement pas grand-chose, si on pense au nombre de personnes qui sont encore sans logement. Si on veut en sortir, force sera de revenir à des conceptions plus modestes, et probablement simplement aux deux pièces de mes vignerons de Bourgogne qui, eux, sont logés et se trouvent loin d'être malheureux.

A ce moment-là, le problème du chauffage ne sera plus placé sur le même plan qu'actuellement, les habitants de ces logements se contenteront de la simple cuisinière, qui chauffera une des pièces et qui dégourdira l'autre, et le comptage des calories n'aura pas à entrer en ligne de compte, car ce sera le bois gratuit ramassé alentour qui sera brûlé dans la cuisinière ou dans l'âtre de la cheminée. Ceci sera le moyen de chauffage le plus économique et, à tous points de vue, imbattable.

Il ne faut cependant pas croire que je suis l'ennemi de tous les travaux qui viennent d'être exposés et auxquels j'ai participé, en ayant même été l'un des pionniers; mais j'estime qu'à côté de ceux-ci, il faut aussi tenir compte de bien d'autres choses.

Cette opinion paraît commencer à se faire jour et, dans les travaux que l'on fait, on commence à remettre un peu de bon sens; j'en suis d'autant plus heureux que pendant toutes ces dernières années il a été loin d'en être ainsi.

C'est donc un premier pas de fait, mais je crois qu'il faudra aller beaucoup plus loin dans cette voie, si nous voulons vraiment arriver à mettre à l'abri, et au plus vite, tous les gens qui sont actuellement à loger.

Le toit doit en effet avoir le pas sur le confort et, en matière de chauffage, le confort c'est tout d'abord d'avoir un local clos et couvert où l'on puisse habiter et faire du feu, tant pour la cuisine que pour qu'il y règne une ambiance supportable.

Quand j'étais jeune, chez mes parents ainsi que chez tous leurs amis, le confort consistait à faire uniquement du feu dans le poêle de la salle à manger, où toute la maison se tenait et de faire la cuisine sur un potager à charbon de bois; le dimanche, on faisait un feu de bois dans le salon où, le reste du temps,

quand il faisait froid, régnait une température d'à peu près 10° C, comme dans tout le reste de l'appartement qui comportait cinq pièces. On allait se coucher avec une brique et personne n'en souffrait, car on était habillé en conséquence.

Mes parents ne dépensaient pas 70 F de chauffage par an en 1900, ce qui représente 3 louis 1/2; au cours des 4 000 F, la dépense actuelle serait de 14 000 F.

L'économie était de règle partout. Il serait à mon avis temps de remettre un peu d'ordre de ce côté dans le pays.

M. LE PRÉSIDENT. — Je remercie M. HÉRODY pour toute la publicité qu'il fait pour notre industrie ! Il peut se faire que l'intérêt des fumistes diffère de celui des chauffeurs.

M. FOURNOL. — Je ne veux pas entamer une controverse. Nous sommes d'ailleurs toujours d'accord avec M. HÉRODY finalement. Mais je voulais simplement dire qu'il y a, dans ce que vous venez de dire, une très grande part de bon sens. Quand nous avons élaboré les standards, aussi bien de plans, de surface, que d'équipement, nous avons commencé par des choses très larges, parce que l'idée première était de satisfaire aux besoins fonctionnels. On a étudié l'homme, et on a dit : il faut des surfaces, des circulations, des équipements tels...

En France, comme ailleurs, on commence en effet à se rendre compte que ces standards sont un peu au-dessus des possibilités. Il est par conséquent exact que, sans revenir, je l'espère, au système de la double pièce des vigneron, on peut être amené à réduire un peu les programmes et c'est pour cela que j'ai conçu ma conférence dans un sens extrêmement économique, vers des solutions même quelquefois un peu étiquées. D'autres gens me feraient le reproche de revenir un peu en arrière.

M. FISCH. — Je voudrais seulement ajouter deux mots sur les compteurs. Évidemment ce n'est pas la solution idéale, cela comporte parfois certaines injustices qui peuvent, d'ailleurs, être compensées par des primes fixes. M. FOURNOL y a fait allusion. Les primes fixes n'ont pas besoin d'être les mêmes selon les étages, ce qui alors rétablirait complètement l'équité. Mais nous devons constater que le compteur individuel de calories répond malgré tout à un souhait, qui est surtout psychologique, à savoir le désir qu'a l'usager de pouvoir contrôler et payer ce qu'il consomme.

Notre Chambre Syndicale a organisé, avec la collaboration de M. FOURNOL, un concours de compteurs de calories. Ce concours va se développer pendant la prochaine saison d'hiver. Il m'a d'ailleurs amené à faire une réflexion générale sur les modèles qui nous ont été présentés, c'est qu'ils sont trop compliqués. Je crains d'avoir des compteurs qui mettent en jeu l'électricité, des organes mobiles, etc. Et, à vrai dire, ma préférence va vers les compteurs (et il commence à en exister) qui font appel à la déformation permanente que subissent certains alliages sous l'influence de quantités de chaleurs cumulées. Il y a là un principe extrêmement intéressant et qui est extrêmement simple, puisqu'il ne met en jeu aucun organe en mouvement.

Les compteurs de calories permettront évidemment de faire des économies. On ne devrait pas aller (et M. FOURNOL l'a dit un jour) jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de chauffage. Mais il est hors de doute que le compteur constitue une solution économique. J'ai vécu la période pendant laquelle pour l'électricité et le gaz nous étions très désireux de remplacer le régime du forfait par un régime de comptage.

La première répercussion a été en effet une restriction des consommations, mais rapidement celles-ci se sont développées plus que nous n'aurions pu le supposer, probablement en raison de ce fait psychologique qui fait que le client, lorsqu'il sait ce qu'il paie, consomme ce qu'il paie, et se sent beaucoup plus libre de ses mouvements.

Voilà pourquoi je persiste à penser que le problème du comptage des calories est un problème extrêmement important et qui s'adapte, en particulier, très bien à tout ce qui est chauffage de nature collective urbaine, parce qu'il est hors de doute qu'il y a là un tel nombre d'usagers que les griefs qui ont été prononcés tout à l'heure prennent tout leur poids.

Or le compteur, avec la modalité des primes fixes, résout la difficulté.

M. CADIÈRGUES. — Sans vouloir introduire une discussion entre les radiateurs et le chauffage par rayonnement, je voudrais signaler que dans les expériences anglaises qui ont été rappelées, il y avait de très nombreux systèmes de chauffage par rayonnement. Je ne pense pas qu'on l'ait fait exprès, mais le système de chauffage par rayonnement utilisé ne correspond pas à ce que les spécialistes auraient recommandé du point de vue économique.

C'est un système à air chaud qui n'était pas très bien conçu. Je crains que, d'une part, étant donné qu'il s'agissait de bâtiments individuels et, d'autre part, qu'il s'agissait d'un système assez mal adapté, les expériences d'ABBOT'S LANGLEY n'apportent aucune conclusion en ce qui concerne le chauffage pour les immeubles collectifs.

M. FOURNOL. — Les expériences d'ABBOT'S LANGLEY sont des expériences excellentes pour découvrir le phénomène, mais pas suffisamment fines pour entraîner des conclusions valables dans des comparaisons qui nécessiteraient beaucoup plus que cela pour être poussées jusqu'à leur terme. Il est exact que, si on choisissait un système de chauffage par rayonnement, il serait certainement différent. J'ajouterai d'ailleurs que les expériences ont été poursuivies et que j'ai reçu, récemment, un mémoire fort intéressant qui n'a pas l'air de changer essentiellement les conclusions primitives.

M. LE PRÉSIDENT. — Je remercie à nouveau M. FOURNOL de son exposé et j'espère que, dès que des résultats plus précis auront été atteints, il nous fera l'honneur et le grand plaisir de venir nous les communiquer, car ils sont certainement de nature à orienter notre technique.

ÉQUIPEMENT TECHNIQUE

Déjà paru dans cette série.

- N° 1. — C. HÉRODY, Bistre, suie et calcin : de leur production, de leurs inconvénients et des moyens pour les éviter et en réparer les dégâts.
- N° 2. — R. GOENAGA, Conditionnement de l'air, ses applications dans l'habitat et dans l'industrie.
- N° 3. — R. FISCH, Le chauffage urbain et ses perspectives (épuisé).
- N° 4. — H. CHARLENT, Influence de la normalisation et de la préfabrication sur la technique des installations sanitaires. L'emploi de la préfabrication sur les chantiers de reconstruction.
- N° 5. — A. DESPLANCHES, Les chambres d'essais climatiques.
- N° 6. — P. BRESSOT, Commentaires sur le dernier ouvrage concernant les techniques de l'étanchéité multicouche et problèmes de laboratoire qu'il soulève.

CYCLE DU CHAUFFAGE 1950

- N° 7. — P. DUSSERIS, Le chauffage des usines.
E. G. LEAU, Une richesse inexploitée : l'air du sol.
M. FICHARD, Choix d'un système de chauffage dans les nouveaux immeubles collectifs.
J. RIMBAUD, Problèmes posés par l'exploitation des installations de chauffage dans les immeubles anciens.
R. FISCH, Le chauffage urbain dans les pays autres que la France.
- N° 8. — R. COMTET, Les méthodes modernes pour l'établissement des canalisations électriques collectives.
- N° 9. — L. BERGER et R. SEMAILLE, Réalisations modernes d'installations sanitaires.
- N° 10. — A. POIRSON, L'expérience au service de l'étanchéité. Le cuvelage.
- N° 11. — R. CADIERGUES, Les coefficients de rayonnement des matériaux.
- N° 12. — Y. BOISDON, A. MASSIN, Les installations de Laboratoires.
- N° 13. — R. COMTET, Contribution à la sécurité dans l'emploi des courants électriques à l'intérieur des immeubles.

CYCLE DU CHAUFFAGE 1951

- N° 14. — A. DESPLANCHES, De l'introduction de l'air dans les locaux conditionnés. Visites d'installations de chauffage et de conditionnement d'air.
- N° 15. — R. CADIERGUES, Le thermomètre à température résultante.
- N° 16. — A. BLANC, Les recherches thermiques aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.
- N° 17. — T. BEDFORD, W. LIESE, F. SQUASSI, C. TASKER, État de la recherche en chauffage et ventilation dans quelques pays étrangers.
- N° 18. — A. FOURNOL, Questions posées par l'établissement et l'exploitation des chauffages centraux.

A paraître prochainement :

- R. BILLARDON, Le chauffage thermodynamique.
- R. DUPUY, Choix du type et des caractéristiques générales de l'installation de chauffage la

mieux adaptée au climat et au programme suivant la constitution du bâtiment.

- P. MARILLIER, Chauffage à eau surchauffée sous pression.

SOLS ET FONDATIONS, N° 5

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

EXPOSÉ DU 24 AVRIL 1951

SOUS LA PRÉSIDENTENCE DE **M. A. MAYER,**

Ingénieur général des mines, Vice-président du Comité Français de la Mécanique du sol.

**NOUVELLES RECHERCHES
EN MÉCANIQUE DU SOL**

Par **M. P. HABIB,**

Ingénieur diplômé de l'École Polytechnique,

Chef de la section de Recherches de mécanique du Sol aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

SOMMAIRE

	Pages.		Pages.
Introduction	3	Note complémentaire	18
Essais triaxiaux. Essai de cisaillement. Courbe intrinsèque : influence de la contrainte intermédiaire	3	Influence de la contrainte intermédiaire sur la résistance au cisaillement des sables	18
Déformations élastiques et déformations irréversibles	5	Description du mode opératoire	18
Essais de modèle réduit de pieu	6	Mode de calcul des contraintes principales	18
Cas des sols à frottement nul. Essais sur modèle réduit en grès consistante	10	Essais complémentaires	19
Discussion	16	Exploitation des résultats	26
		Conclusion	28
		Bibliographie	28

ALLOCUTION DU PRÉSIDENT

MESSIEURS,

L'idée qui a présidé à l'établissement du programme de la réunion d'aujourd'hui sort peut-être un peu du cadre des exposés habituels faits dans cette salle. D'ordinaire, le conférencier vous parle d'un sujet à la suite d'études qu'il a menées à bien, qu'il a terminées et dont il donne un tableau complet.

Nous voudrions aujourd'hui changer un peu de méthode et vous mettre au courant de certaines études qui ne sont pas terminées, qui sont en cours, mais au sujet desquelles il peut être intéressant de recueillir les idées de chacun. Nous voudrions, pour chacune d'elles, faire le point, de façon à pouvoir, en liaison avec tous ceux que la question intéresse, poursuivre avec plus de fruit.

L'exposé qui va vous être fait par M. HABIB, que vous connaissez et qui dirige à notre Laboratoire la Section de Recherches et d'Études du Sol, ne concernera pas l'ensemble des recherches en cours. Il laissera de côté, en particulier, toute une série d'essais et d'études très importants, notamment la question des études de pression de terrain, qui est tout à fait à l'ordre du jour, puisqu'actuellement se tient à Liège une Conférence Internationale à laquelle prend part un de nos représentants. Cette Conférence étudiera la question des mesures de pression de terrain; nous y avons envoyé une contribution avec une méthode de mesure directe des pressions grâce à l'utilisation du vérin plat de M. FREYSSINET.

Je pense d'ailleurs que cette question des pressions de terrain fera d'ici quelque temps l'objet d'un exposé séparé dans lequel pourront être groupés les résultats obtenus par l'*Électricité de France*, par la *Chambre syndicale des mines de fer de l'Est*, et par notre Laboratoire de Casablanca travaillant à la demande du Service de l'Hydraulique du Maroc.

Parmi les études qui vont vous être présentées aujourd'hui les deux premières ont un caractère plus théorique et les deux autres un caractère pratique. Elles se relient entre elles essentiellement par la connaissance et l'étude du cisaillement des matériaux naturels.

Je passe immédiatement la parole à M. Habib qui va vous indiquer successivement les résultats obtenus.

RÉSUMÉ

Dans cet exposé, trois études sont abordées.

D'une part, l'étude des relations entre les contraintes et les déformations fait apparaître, pour les échantillons de sable, des résultats intéressants dans le domaine de faibles déformations, en séparant les déformations réversibles et les déformations permanentes, ainsi que sur le rôle de la contrainte intermédiaire.

D'autre part, des essais sur modèle réduit de pieu ont permis d'étudier la distribution du frottement latéral et de la force en pointe quand le pieu est placé dans du sable sec ou humide. Les résultats obtenus sont conformes à la théorie, à condition d'admettre des angles différents pour le frottement latéral et pour la résistance en pointe.

Enfin, des essais sur modèle réduit en graisse consistante permettent d'étudier les milieux à frottement interne nul comme les vases.

Dans une note complémentaire, des essais qui ont été suggérés à la suite de la conférence sont rapportés. Ils ont trait à l'influence de la contrainte principale moyenne dans le cas des sables soumis à des contraintes triaxiales.

SUMMARY

Three studies are introduced in this account.

Firstly, the study of the relationships between compression and the resulting deformation in samples of sand has given interesting results where slight deformations are concerned distinguishing between reversible and permanent deformations, and on the role of intermediary stressing.

Secondly, tests on model piles have made possible the study of the distribution of skin friction and of point resistance when a pile is driven in dry or wet sand. The results obtained conform to the theory, provided different angles are admitted for the skin friction and for the point resistance.

Finally, tests on small models in homogeneous grease permit the study of soils having zero internal friction, such as silts.

A supplementary note describes tests prompted by the conference. They deal with the influence of the mean principal stress in the case of sands submitted to triaxial compression.

EXPOSÉ DE M. HABIB

Introduction.

Un exposé dont le titre commence par « Nouvelles recherches » met le conférencier dans une position difficile et cela pour plusieurs raisons.

D'une part, il faut présenter des essais qui soient réellement nouveaux, ce qui est bien rare, les recherches étant le plus souvent le prolongement de travaux antérieurs.

D'autre part, les essais nouveaux sont obligatoirement récents. Or rien n'est plus sujet à caution que des interprétations dont les applications possibles n'ont pas été contrôlées par de nouveaux développements expérimentaux.

Enfin certains essais nous laissent encore perplexes et nous obligent à reconnaître notre incapacité d'en présenter une explication physique raisonnable. Nous sommes d'ailleurs tout disposés à accueillir les suggestions permettant de les mieux comprendre.

Les recherches dont je vais vous entretenir après cette triple précaution oratoire portent essentiellement sur la résistance au cisaillement, propriété mécanique de base, et sur deux applications à des problèmes précis étudiés sur modèle réduit, la question des pieux et celle des vases.

J'ai cherché pour la commodité de l'exposé à relier les différents chapitres en montrant les interférences des recherches.

Mais avant de présenter les résultats je voudrais d'abord exposer une idée générale qui a guidé nos tâtonnements.

Nous avons cherché à analyser, le plus complètement possible, la courbe effort-déformation en partant de l'idée simple suivante : la rupture d'un échantillon est une manifestation qualitative qui correspond à un état physique déterminé, atteint par une succession de transformations infiniment petites, subies par les matériaux sous l'effet de l'augmentation des contraintes.

Il serait aussi faux de considérer la seule surcharge finale qui provoque la rupture que de croire la goutte qui fait déborder un vase plus coupable que les autres. Il s'agit en fait d'un phénomène continu se terminant par une manifestation différente. Il est alors nécessaire de chercher à définir l'essai par l'ensemble des transformations subies entre l'état initial et l'état final. Nous en présenterons diverses tentatives au cours de cet exposé. Elles sont certainement imparfaites, mais ont eu au moins le mérite de faire apparaître des résultats qui nous ont paru intéressants.

Je m'excuse d'insister si lourdement sur le phénomène de la rupture, mais sa définition est fondamentale. Dans le cas des sols soumis à des essais rapides il est pratiquement impossible de définir une limite élastique; d'autre part, utiliser le chiffre donné par l'essai de rupture est dangereux, étant donné l'importance du travail dû aux déformations visqueuses et étant donné aussi que l'état qui encadre la rupture n'est pas un équilibre. En fait, on utilise le cercle de MOHR relatif aux données de la rupture et non de la limite élastique, parce que l'on ne sait trop par quoi le remplacer et que l'interprétation

des essais au moyen du cercle de MOHR donne des résultats pratiques satisfaisants.

De toutes façons, la valeur de la charge de rupture n'est pas une donnée suffisante, à cause de la dispersion des résultats obtenus avec les échantillons naturels et surtout à cause de la forme même des courbes effort-déformation obtenues avec les sols, qui montrent l'importance du domaine plastique dans les phénomènes de rupture. Il faut donc chercher à utiliser la courbe effort-déformation avant rupture.

La solution la meilleure serait de définir des transformations simples permettant de faire coïncider les diagrammes effort-déformation des différents matériaux et de caractériser les uns par rapport aux autres par les transformations subies. Cette méthode n'est pas souvent applicable. J'en donnerai un exemple pour le problème des vases. On peut, plus simplement, chercher à faire correspondre les points caractéristiques des diagrammes; malheureusement, les courbes qui nous intéressent ne sont pas riches en points singuliers. On peut enfin rechercher dans la courbe effort-déformation relative à un essai simple des points caractéristiques que l'on s'efforcera de retrouver dans les essais complexes.

Cette idée générale nous a conduit à étudier des phénomènes élémentaires où les hypothèses sont bien visibles et à appliquer directement les résultats de ces essais à des phénomènes plus complexes.

Cette méthode a l'avantage de permettre de voir dans quel domaine les hypothèses de base de l'essai sont valables, ce qui est très important, surtout en mécanique du sol.

Enfin, nous avons cherché à éliminer toutes les causes d'erreur. C'est d'ailleurs le travail le plus nécessaire et le plus fastidieux et aussi celui qui reste toujours incomplet : frottements parasites, effet de paroi, effet de symétrie, fausses symétries, déformations des appareils sous l'effet des charges, équilibrages, tarages, équation personnelle, etc.

Je ne puis qu'espérer ne pas en avoir laissé dans les essais qui font l'objet de ces quelques pages.

Essais triaxiaux. Essai de cisaillement. Courbe intrinsèque : influence de la contrainte intermédiaire.

Une étude de la résistance au cisaillement qui est actuellement en cours nous a amené à étudier le rôle de la contrainte intermédiaire.

Les essais ont d'abord été effectués avec des sols cohérents; nous n'en développerons pas les résultats aujourd'hui car l'étude est loin d'être terminée; nous indiquerons toutefois que, pour une argile saturée homogène et mécaniquement isotrope, les cercles de MOHR relatifs à la rupture d'une éprouvette placée dans un appareil triaxial sont tous identiques, que la contrainte longitudinale soit supérieure ou inférieure à l'étreinte latérale, c'est-à-dire que la contrainte intermédiaire soit égale à la plus

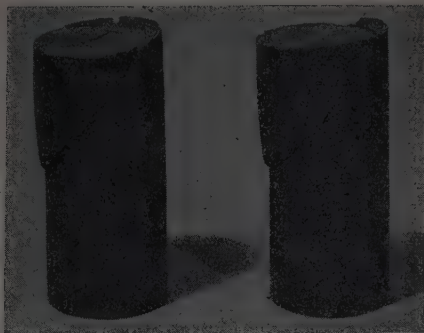


FIG. 1. — Les deux échantillons ont été rompus dans des conditions identiques. On remarquera que les formes obtenues sont rigoureusement semblables. La dispersion des résultats sur de tels échantillons est pratiquement nulle.



FIG. 2. — Rupture d'échantillons en striction, l'étreinte latérale étant supérieure à la force verticale.



FIG. 3. — Différents modes de rupture en striction :
 A gauche, rupture en décohésion (étreinte latérale nulle);
 Au centre, rupture suivant les plans de MOHR (étreinte latérale égale à la pression de consolidation);
 A droite, rupture avec écoulement plastique important (étreinte latérale très élevée).
 Les deux autres éprouvettes représentent des cas intermédiaires, la pression latérale étant intermédiaire entre celle des éprouvettes qu'il l'entourent.

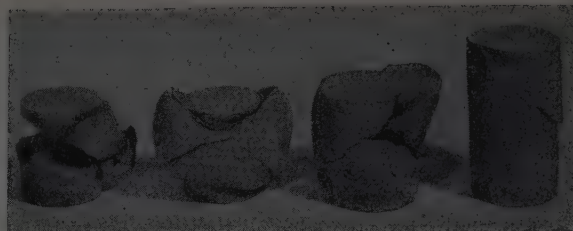


FIG. 4. — Différents types de rupture, la contrainte verticale étant supérieure à l'étreinte latérale.

petite ou à la plus grande des deux autres. Si l'on superpose les diagrammes effort-déformation, rapportés à une section droite de l'éprouvette, on constate une analogie très étroite entre ces courbes; les plans de rupture qui apparaissent dans les différents types d'essais sont identiquement placés par rapport aux contraintes principales. Enfin les diamètres des cercles de MOHR obtenus lors de la rupture d'une éprouvette consolidée sous une charge verticale p , puis soumise à une étreinte hydrostatique p' , est pratiquement indépendante du sens de variation de la contrainte N_1 ou des contraintes égales N_2 et N_3 .

Le cas des sables, par contre, est assez différent.

On constate d'abord une dispersion des résultats beaucoup plus grande que pour les matériaux argileux. Cette dispersion tient à l'influence des conditions de mise en place des grains et de la compacité. Elle avait déjà été signalée dès 1938 par M. KERISEL lors de ses premiers essais. Elle peut être réduite en réalisant une mise en place soignée et en choisissant un sable dont les grains ne soient pas anguleux. De toutes façons dans le cas des sables, il est difficile de donner un angle de frottement interne avec une précision supérieure à 2° .

En outre, les résultats sont très différents selon la valeur de la contrainte intermédiaire comparée à la pression verticale et à l'étreinte latérale.

Si les essais sont réalisés avec soin, et que l'on cherche à obtenir la rupture de telle façon que la contrainte longitudinale soit inférieure à l'étreinte latérale, la rupture se produit avec un écoulement analogue à celui que l'on observe pour une éprouvette métallique; la résistance à la rupture correspond alors à un angle de frottement interne inférieur à celui que l'on obtient lorsque la contrainte verticale est supérieure à l'étreinte latérale. La différence entre les deux angles atteint une dizaine de degrés. Or, la différence entre ces deux essais réside dans le fait que la contrainte intermédiaire est, dans un cas, égale à la contrainte principale la plus faible et, dans l'autre, à la plus forte.

Nous avons réalisé un montage permettant de soumettre un sable dans la boîte de CASAGRANDE à une pression intermédiaire variable.

La dispersion des résultats ne permet malheureusement pas de donner une loi précise relative à l'influence de la contrainte intermédiaire; il semble toutefois que, lorsque celle-ci croît de la contrainte principale inférieure à la contrainte supérieure, la résistance au cisaillement décroît régulièrement. Ces essais devraient être repris, mais il semble qu'ils permettent de donner au moins le sens de la variation, ce qui peut être important dans certaines applications pratiques.



Fig. 5. — Appareil triaxial des Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

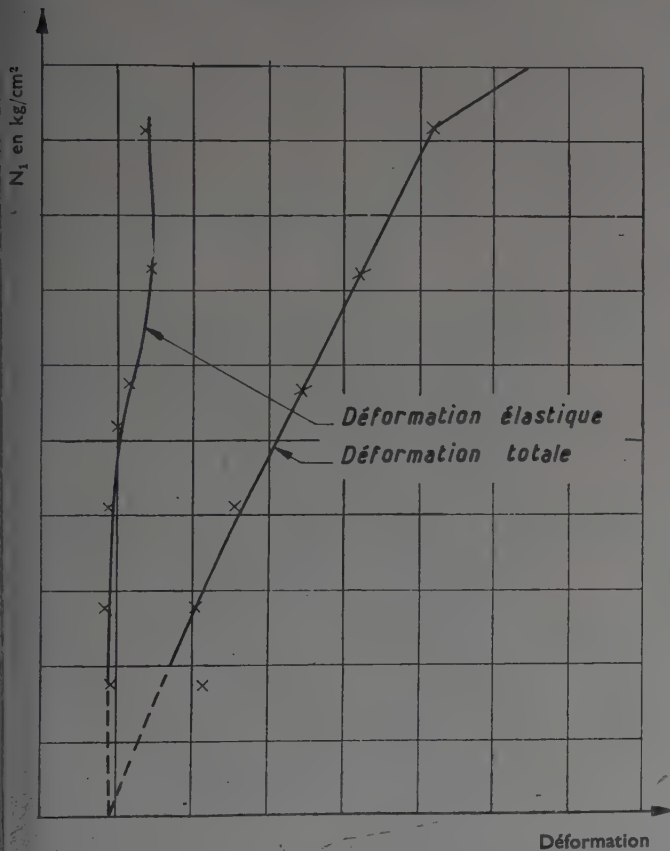


Fig. 7. — Déformations totales et déformations élastiques sous chaque charge. Cette figure est déduite de la figure 6 et représente le rapport $\frac{\text{charge maximum atteinte au cours d'un cycle}}{\text{déformation}}$.

On constate que, pour la déformation élastique, ce rapport reste à peu près constant (module d'Young constant), alors que pour la déformation totale ce rapport est une fonction linéaire de la charge maximum au cours d'un cycle. Pour la déformation permanente, il suffit de faire la différence entre ces deux courbes.

Déformations élastiques et déformations irréversibles.

L'appareil triaxial utilisé aux *Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics* étant d'une sensibilité remarquable, nous avons entrepris l'étude du domaine des très faibles déformations correspondant au début du chargement.

Ces mesures permettent de séparer la partie élastique des déformations de la partie irréversible.

On constate que le module de YOUNG correspondant à la remontée élastique est sensiblement constant et a une légère tendance à augmenter quand on approche de la rupture.

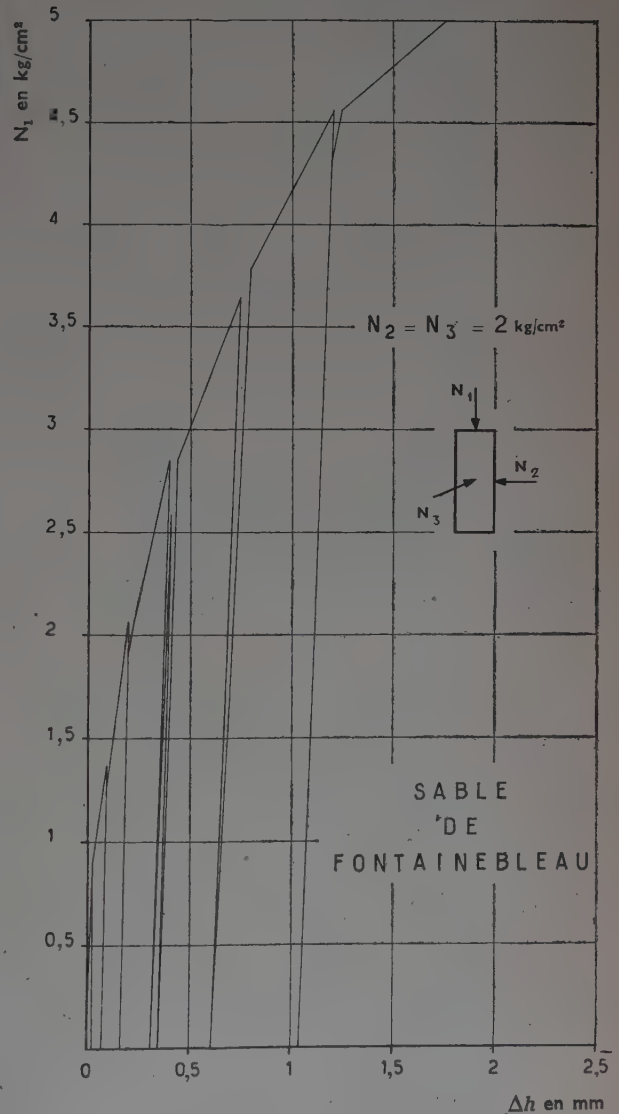


Fig. 6. — Diagramme effort-déformation sur une éprouvette de sable de Fontainebleau dans l'appareil triaxial. Les courbes de retour des différents cycles permettent de séparer les déformations élastiques des déformations permanentes.

Par contre, les déformations permanentes semblent être liées aux efforts par une loi parabolique de la forme $\delta = k (\Delta N_1)^2$ dans un domaine assez large (fig. 6). Ceci nous a conduit à envisager le point de la courbe effort-déformation correspondant à l'instant où les déformations permanentes ne suivent plus cette loi simple. Ce point se détermine aisément puisque le diagramme des déformations permanentes au cours d'un cycle de chargement, en fonction de l'effort maximum, est une droite (fig. 7); l'expérience prouve que ce point se détermine toujours d'une façon précise. L'angle de « frottement interne » correspondant est inférieur de 2 à 3° à l'angle de frottement interne correspondant à la rupture. De toutes façons cette méthode nous paraît plus claire que celle qui consiste à chercher le point de courbure maximum ou à tracer les diagrammes sur papiers semi-logarithmiques ou logarithmiques de manière à chercher à obtenir des droites ou des portions de droites. Elle s'apparente à l'essai de cellule du laboratoire de Delft puisqu'on reste toujours dans un état d'équilibre.

Cette détermination correspond à un phénomène physique simple et donne un point caractéristique de la courbe effort-déformation que nous retrouverons à propos des essais de pieux en modèle réduit dont je vais parler maintenant.

Essais de modèle réduit de pieu.

Ces essais prolongent une étude antérieure qui a fait l'objet d'un compte rendu au Congrès de Rotterdam par MM. FLORENTIN, L'HERITEAU et FAHRI. Nous sommes d'ailleurs restés en relation avec eux pendant cette étude et cela nous a permis d'éviter des essais inutiles et d'orienter nos recherches.

Le but de cette étude est de chercher à déterminer la répartition du frottement latéral et de la force en pointe d'un pieu.

Divers modèles de pieux ont été utilisés. Celui qui est actuellement en service est constitué par un tube de laiton de 4 cm de diamètre et de 1 m de long à l'intérieur duquel sont placés dix-huit extensomètres électriques.

Ces extensomètres sont répartis sur deux génératrices diamétralement opposées, de façon à éliminer les flexions parasites pouvant se produire accidentellement pendant les essais (fig. 8). Le module de déformation du tube est tel que sa déformabilité soit de l'ordre de grandeur de celle d'un pieu en béton et sa connaissance permet de déterminer, par les mesures extensométriques, l'effort existant à un niveau donné et par conséquent de déterminer la répartition des contraintes dans le tube. L'ensemble est isolé du milieu extérieur au moyen de vernis silicone assurant une étanchéité parfaite de l'appareil.

Enfin la surface latérale et la pointe du pieu sont recouvertes de sable collé à la colle cellulosique pour assurer un cisaillement réel dans le milieu pulvérulent (fig. 9). Nous avons étudié jusqu'à présent le problème d'un pieu placé dans du sable de Fontainebleau sec et humide. Nous étudierons ultérieurement d'autres matériaux pulvérulents, puis des matériaux cohérents.

FIG. 9. — Montage de l'essai de pieu (étalonnage). Le modèle réduit est enrobé de sable de Fontainebleau. L'effort en tête est mesuré au moyen de l'anneau dynamométrique et les contraintes au moyen du strain-indicator situé à droite de la figure.

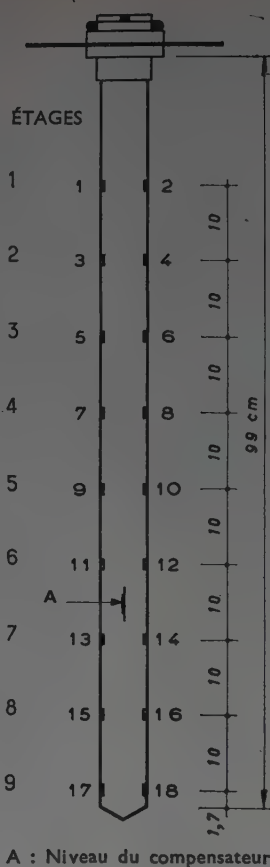


FIG. 8. — Position des extensomètres dans le modèle réduit de pieu.

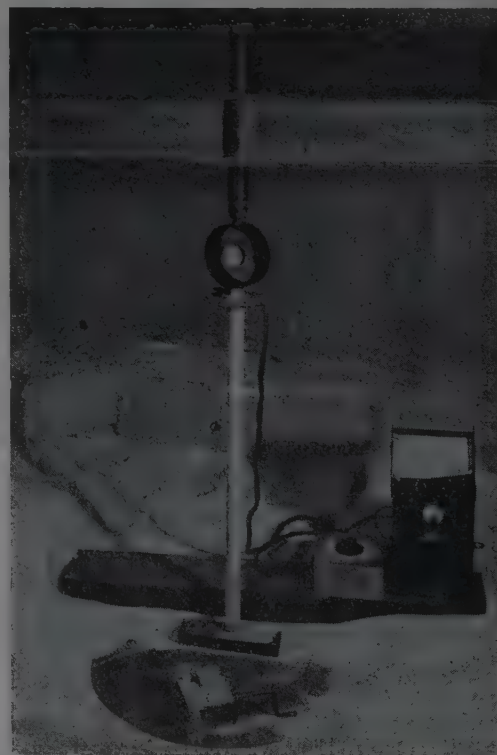
La fragilité des circuits électriques ne nous a pas permis d'étudier la répartition des contraintes lors du battage du pieu. Nous nous sommes limités à deux cas : le pieu dit « moulé », c'est-à-dire pour lequel la mise en place du milieu pulvérulent est effectuée après celle du pieu, et le pieu mis en place par poinçonnement.

Dans le cas du pieu moulé il est difficile de mettre en évidence la charge de poinçonnement. Nous avons mesuré les enfoncements sous chaque charge et pris le point correspondant à une augmentation rapide de l'enfoncement. Les résultats obtenus étaient assez dispersés, peut-être à cause de l'erreur importante due au caractère subjectif du choix du point figuratif.

Nous avons alors pris comme valeur du poinçonnement celle où l'enfoncement permanent au cours d'un cycle cessait d'être une fonction linéaire de la charge appliquée en tête du pieu, valeur voisine de la précédente mais systématiquement inférieure. Les interprétations avec ce mode opératoire se sont avérées très supérieures aux précédentes (fig. 10).

Pour les pieux enfoncés par poinçonnement, le problème est différent; les lectures ont pu être faites soit au vol pendant le poinçonnement, soit après stabilisation sous une charge.

Enfin, des mesures ont été effectuées après de nombreux cycles de charge pour étudier l'effet de cycles de chargement répétés sur la répartition des efforts, ainsi que la force



totale et la répartition de l'effort d'arrachement.

Chaque série d'essais était encadrée de mesures de zéro car les extensomètres électriques ne peuvent être utilisés qu'en prenant des précautions spéciales.

Je vais exposer maintenant les résultats obtenus.

Études d'abord le cas du pieu moulé.

La figure 11 indique la répartition des efforts le long du pieu. Le tracé correspond à des courbes moyennes obtenues à partir des mesures effectuées pendant un même essai. Cette figure indique la répartition des contraintes, avant la charge pour laquelle les enfoncements permanents cessent d'être une fonction linéaire de la charge appliquée, précédemment définie et que j'appellerai, pour la commodité du langage, charge optimum. Au delà de cette valeur on constate que la variation de la répartition n'a plus la même allure; la signification de ces courbes devient d'ailleurs douteuse puisqu'au delà de la charge optimum les enfoncements sont importants et que, pour cet essai, à un enfoncement de 1 cm correspond un accroissement de force portante de l'ordre de 15 kg (5 pour le frottement latéral et 10 pour la pointe).

Le diagramme inférieur de la figure 11 indique ce que l'on obtient comme répartition après avoir effectué une centaine de cycles de chargement de 0 à 375 kg, ceci de façon à reconnaître l'influence des différentes mesures effectuées au cours de l'essai sur la répartition à la charge optimum. On constate que l'effet des cycles successifs est de reporter en pointe l'effort supporté par le frottement latéral, et qu'au delà de la valeur du cycle on retrouve une répartition d'un type voisin de celle obtenue dans la première phase de l'essai.

La répartition des efforts est, comme on peut le constater, d'allure parabolique. Mais cette parabole ne peut s'interpréter au moyen de la formule de M. CAQUOT qu'en prenant les précautions qui ont d'ailleurs été déjà signalées, c'est-à-dire d'envisager deux angles de frottement interne, l'un pour le frottement latéral, l'autre pour la force en pointe (fig. 12); c'est dans cette hypothèse que nous allons nous placer systématiquement dans la suite de l'exposé. Dans le cas des pieux moulés on constate que l'angle de frottement interne à adopter pour le frottement latéral varie, pour les différents essais, entre 32 et 35°, c'est-à-dire quelques degrés en dessous de la valeur de l'angle de frottement interne mesuré au cours des essais triaxiaux. Cette valeur correspond donc sensiblement à celle qui représente la limite des déformations permanentes linéaires, dans les essais triaxiaux dont j'ai parlé précédemment, et en confirme l'intérêt. Quant à la valeur de l'angle à adopter pour la pointe elle varie de 41°-42° à la limite des petites déformations (optimum) et croît jusqu'à 48°-49° après un poinçonnement marqué.

Nous retrouverons d'ailleurs ce résultat pour les pieux poinçonnés. Ces résultats correspondent à des essais où le sable est mis en place à une densité apparente de 1,68.

Il faut signaler toutefois que la répartition n'est pas toujours parabolique. Pour réaliser une telle distribution des efforts il faut obtenir une homogénéité et une symétrie parfaites du milieu pendant la mise en place. Nous avons

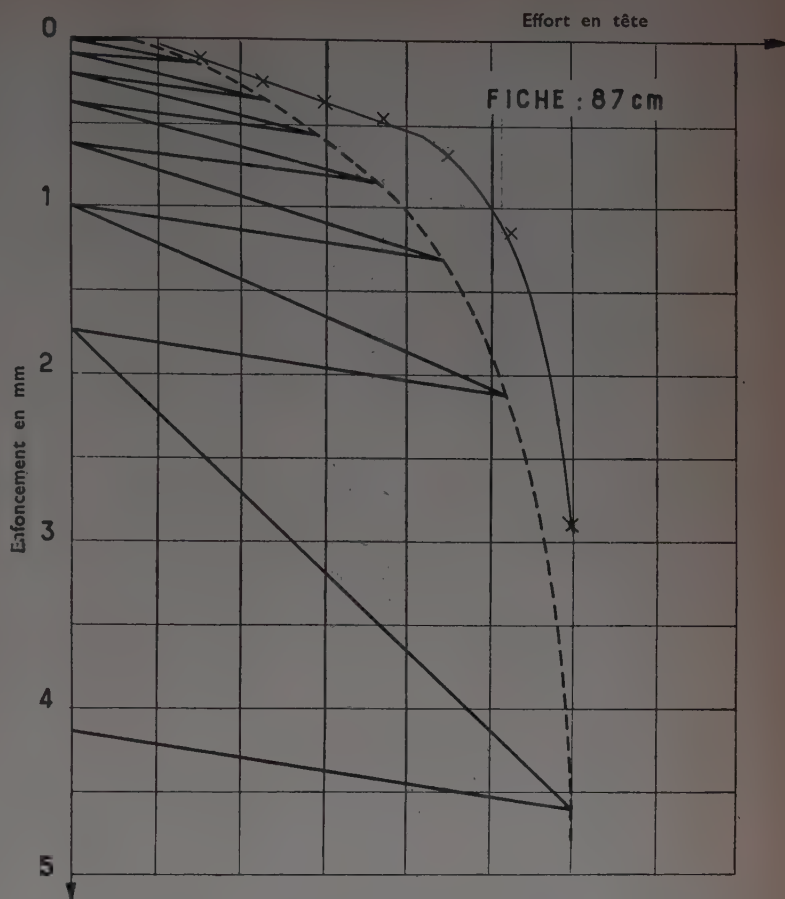
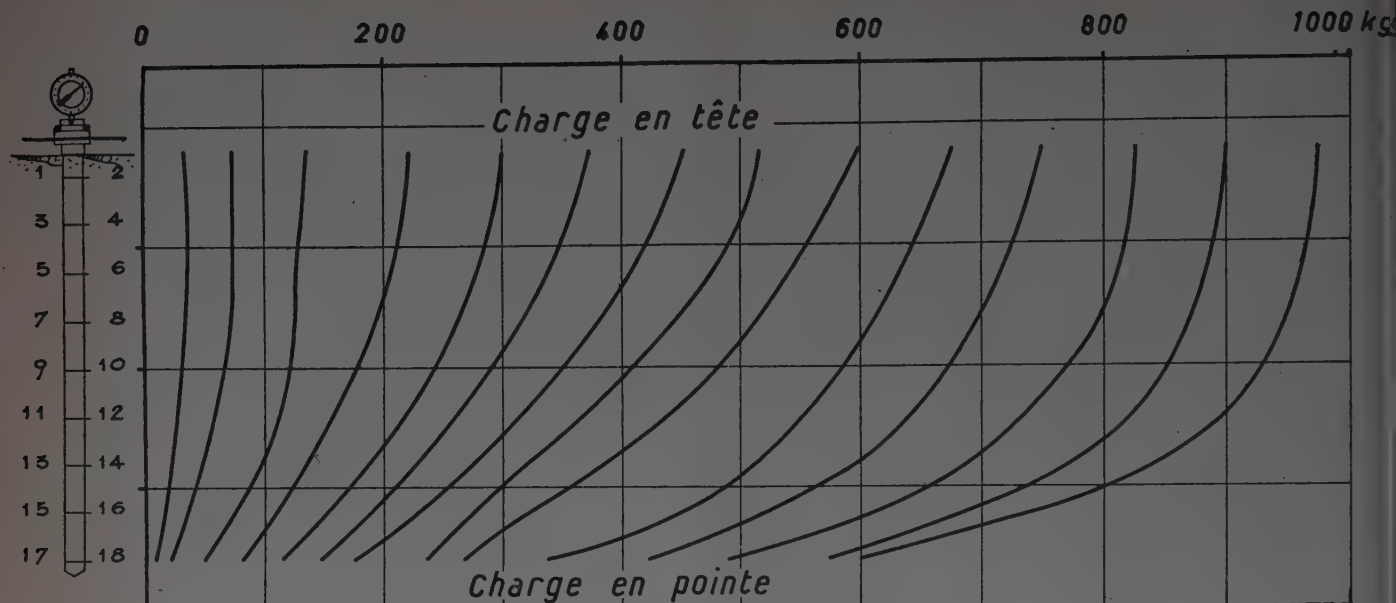


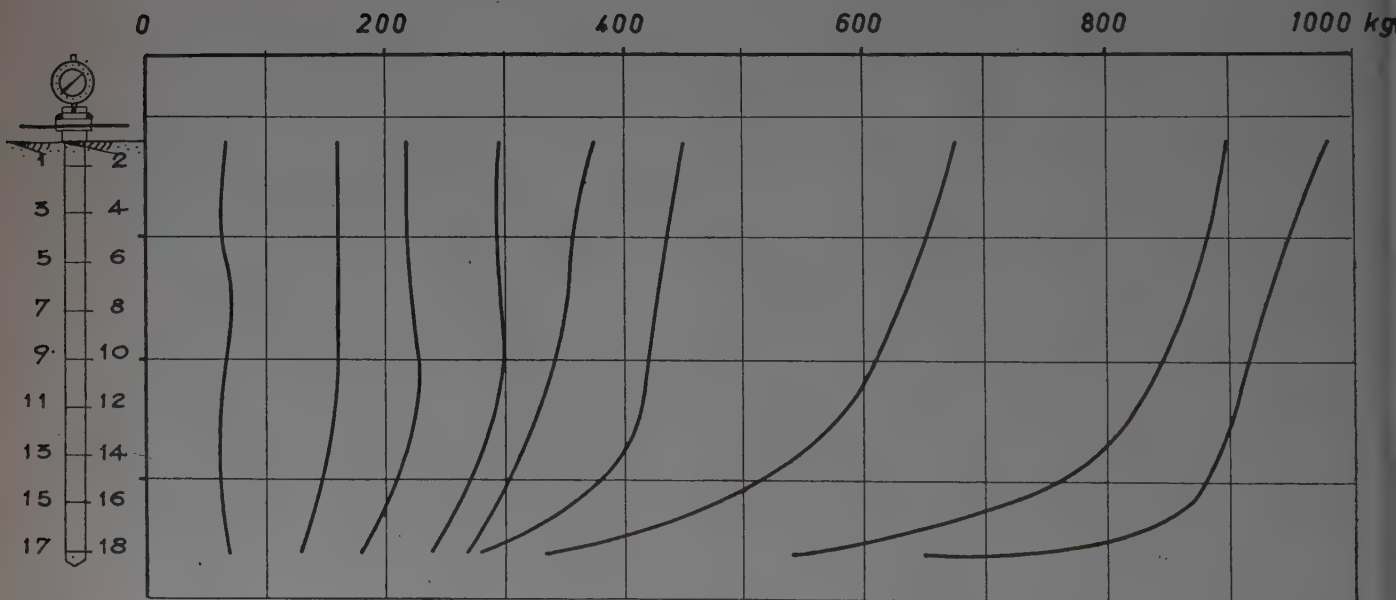
Fig. 10. — Diagramme effort-enfoncement. La courbe en pointillés représente l'enveloppe des déformations extrêmes. La courbe supérieure est déduite des précédentes et correspond à la construction qui permet de passer de la figure 6 à la figure 7. Elle met en évidence la charge « optimum ».

effectué le remplissage par couches successives, vibrées le plus soigneusement possible, le pieu étant fixé rigidement par des cordes à piano dans une position verticale très étudiée et systématiquement surveillée pendant le remplissage. Dès que la compacité n'est plus homogène, ce qui, malheureusement est assez fréquent, la distribution des contraintes devient irrégulière et l'on voit apparaître des flexions dans le tube, qui ne sont d'ailleurs sans doute que des concentrations de tensions dues à un frottement accru, le pieu butant contre le sable. En effet, ces flexions latérales se produisent dans le sable pour des charges inférieures à la limite de flambage du pieu libre. Cette limite a été calculée et vérifiée par les essais d'étalonnage des strain-gages. Nous avons ainsi observé des répartitions qui, au lieu d'être paraboliques, étaient linéaires. De toutes façons, à de telles mesures correspondent des angles moyens anormaux pour le frottement latéral.

Dans le cas des pieux mis en place par poinçonnement, la répartition des contraintes répond au même type, c'est-à-dire d'allure parabolique avec deux angles de frottement différents. Le frottement latéral correspond en général à un angle de 35 à 36° supérieur à celui de pieu moulé. La valeur de cet angle est d'ailleurs assez



a) Premières charges



b) Charges après 100 cycles 0,400 kg

FIG. 11. — Courbes de répartition des contraintes le long du pieu. Le graphique supérieur indique les différentes répartitions dans un essai de pieu « moulé ». La charge optimum est située au voisinage de 550 kg. Le graphique inférieur correspond à des répartitions obtenues après 100 cycles de chargement de 0 à 375 kg. On constate qu'au delà de 400 kg, les courbes reprennent un aspect voisin de celles du graphique supérieur, avec cependant une certaine distorsion, sans doute due aux perturbations apportées au milieu par les cycles de chargement.

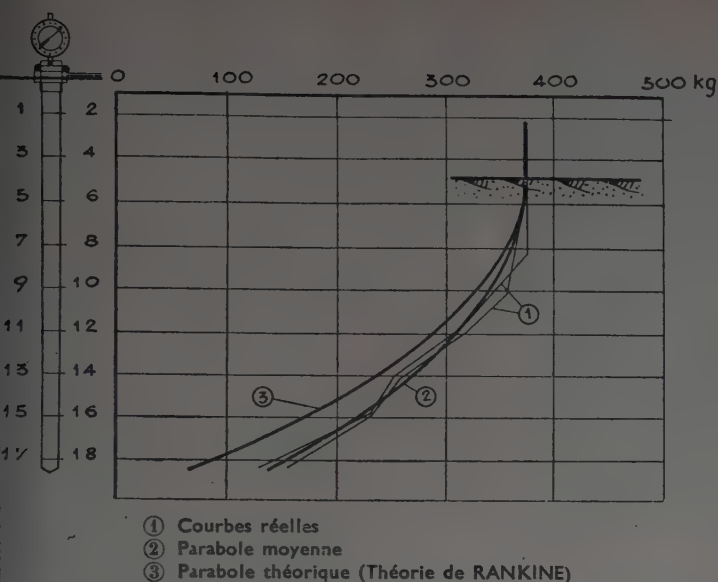


FIG. 12. — Pieu moulé.
Répartition théorique des contraintes et répartition mesurée.

peu précise à cause de la dispersion provoquée par un manque d'homogénéité dû au poinçonnement préalable. L'angle de frottement sous la pointe serait voisin de 48° à 49° pour le poinçonnement, avec une valeur plus faible et beaucoup plus dispersée pour l'optimum. La dispersion réduite de la valeur maximum de l'angle de frottement interne sous la pointe est normale, justement parce que ces valeurs correspondent à un maximum.

La figure 13 montre que la charge optimum correspond aussi pour les pieux moulés à une réalité physique. On voit sur cette figure les répartitions avant cette charge dans un essai avec poinçonnement préalable. Au début, la charge est transmise directement en pointe, puis le frottement latéral croît jusqu'à la valeur optimum; enfin, au delà, les courbes semblent se réduire par translation, le frottement latéral ayant pris tout ce dont il est capable. La courbe située à l'extrême droite de la figure 13 représente une répartition d'arrachement dont je dirai quelques mots dans un instant.

Nous avons aussi étudié le cas d'un pieu poinçonnant d'une façon continue. Ceci nécessite de faire les lectures « au vol ». On constate alors que l'angle correspondant au frottement latéral s'abaisse très nettement, parfois jusqu'à 26° . Il est bon de se souvenir qu'une telle valeur peut s'obtenir dans un cisaillement rectiligne à vitesse constante après 10 à 12 mm de course; il est donc vraisemblable d'admettre que l'angle correspondant au frottement latéral est bien représenté par cette valeur, puisque les déformations absolues sont du même ordre de grandeur. Quant à la valeur sous la pointe, elle est toujours de l'ordre de 48 à 49° .

Dans le cas des essais de pieux poinçonnés après mise en place, ainsi que dans les essais de poinçonnement continu, on constate que l'angle correspondant au frottement latéral baisse et que l'angle sous la pointe augmente, ce qui compense la perte de force portante. Toutefois, il ne semble pas possible, à l'aide de ces essais, de déduire des conclusions quantitatives précises sur le report en pointe du frottement latéral.

Je dirai quelques mots sur l'arrachement. Sa valeur absolue est très variable et, parfois, très importante. Elle varie de 24 à 87 % du frottement latéral correspondant à la dernière charge. La répartition est souvent parabolique, comme on l'a vu sur la précédente figure. Je ne peux guère donner de précisions à ce sujet car ces essais n'étaient pas systématiquement poursuivis et, à cause des variations de zéro des extensomètres électriques, la précision des mesures n'est pas extraordinaire.

Dans le cas des sables saturés, l'allure de la répartition est assez voisine; on constate toutefois que l'angle correspondant au frottement latéral est légèrement inférieur, de l'ordre de 27 à 29° au poinçonnement, et que l'angle de frottement sous la pointe est voisin de 43° à l'optimum, sa valeur maximum ne dépassant pas 48° . On peut attribuer ces légères différences à une compacité moins grande provoquée par la mise en eau du sable, qui est systématiquement effectuée de bas en haut : le contrôle de la compacité du sable mouillé est évidemment assez délicat. Il semble toutefois qu'on puisse interpréter la valeur maximum de 48° atteinte sous la pointe par une diminution des contraintes intergranulaires reportées sur l'eau interstitielle, qui les transmet à plus grande distance par perte de charge, ce qui entraîne une augmentation de la compacité beaucoup plus étendue en volume, bien que moins importante en valeur absolue.

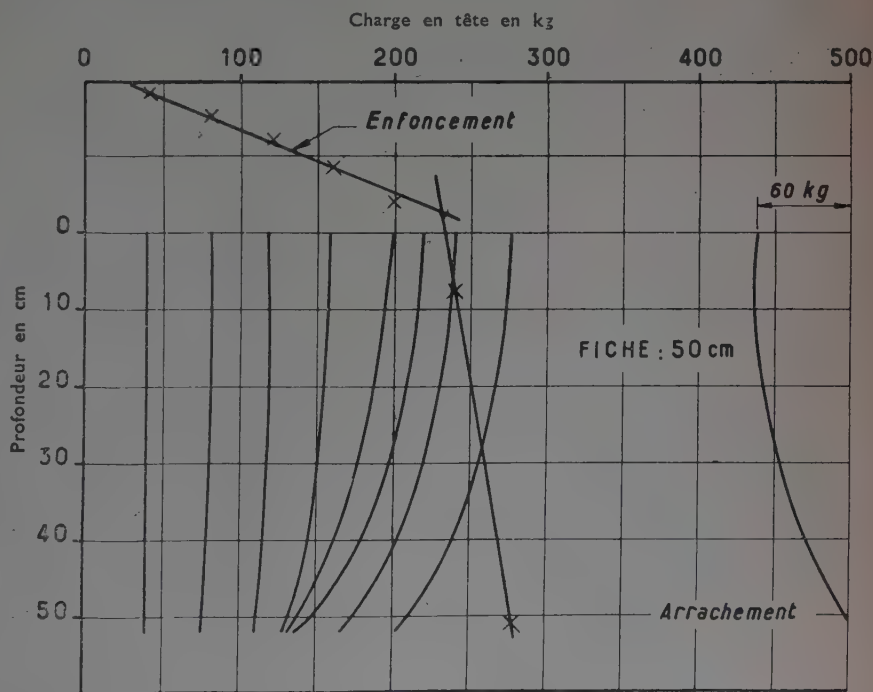


FIG. 13. — Pieu poinçonné. Répartition des contraintes le long du modèle réduit. La courbe des enfoncements relatifs a été tracée sur la même figure et permet de situer l'optimum par rapport aux courbes de répartition. A droite, répartition d'arrachement.

Cas des sols à frottement nul. Essais sur modèle réduit en graisse consistante.

Le Laboratoire du Sol a souvent eu l'occasion d'étudier des accidents survenus dans la construction d'ouvrages édifiés sur des milieux à frottement interne faible ou très faible, comme les argiles molles ou les vases. Ainsi, récemment, nous avons étudié le cas d'une jetée en enrochements assise sur une couche de sable reposant sur de la vase. Arrivé à un certain stade de la construction, la charge a poinçonné la vase et les blocs se sont enfoncés brusquement de 4 m. L'analyse du matériau au Laboratoire a donné les caractéristiques suivantes : cohésion, de l'ordre de 50 g/cm² et angle de frottement interne inférieur à 10°. Un incident analogue est arrivé également en Afrique du Nord et des essais sur la vase ont été effectués à notre Laboratoire. De tels matériaux ont un comportement qui est à la limite des lois de la mécanique du sol et se rapprochent de celui des liquides visqueux.

C'est pourquoi, retenant une suggestion de M. l'Inspecteur général FRONTARD, nous avons décidé d'effectuer des essais sur modèle réduit, avec un matériau dont l'angle de frottement interne est certainement nul; nous avons choisi une graisse consistante : la « Shell Unedo 3 ».

Des essais triaxiaux exécutés sur cette graisse ont donné les résultats suivants : cohésion, de l'ordre de 10 à 12 g/cm² et angle de frottement interne rigoureusement nul. L'angle de frottement interne étant nul, nous avons effectué des essais de traction simple avec un dispositif analogue à un tube dentifrice et en pesant les « gouttes » de graisse. Le poids spécifique de celles-ci était de 0,927.

Si l'on va suffisamment lentement pour éviter les effets dynamiques, et suffisamment vite pour que le rôle du fluage ne soit pas trop important, on obtient des résultats assez bien groupés et le cercle de MOHR correspondant à la traction est pratiquement égal à celui de la compression simple, ce qui confirme la nullité de l'angle de frottement interne.

Nous nous sommes proposé alors de vérifier une formule théorique correspondant à un cas simple, celui d'une semelle rigide reposant sur un massif semi-infini purement cohérent, puis, la vérification étant faite, de résoudre le problème dans un cas beaucoup plus difficile à atteindre par le calcul, celui d'une couche d'épaisseur limitée d'un matériau à frottement nul.

Le cas du solide semi-infini purement cohérent et chargé a été analysé par de nombreux auteurs; le taux de travail admissible pour une fondation est donné par diverses formules dont les plus connues sont celles de MM. CAQUOT, FELLENIUS et TERZAGHI. Ce sont, pour des fondations en surface :

Formule de M. CAQUOT :

$$p = C(2 + \pi) = 5,14 C.$$

Formule de M. FELLENIUS :

$$p = 5,5 C.$$

Formule de M. TERZAGHI :

$$\begin{aligned} \text{Rupture générale } p_1 &= 5,7 C; \\ \text{Rupture locale } p_2 &= 3,8 C. \end{aligned}$$

Dans le cas des fondations profondes, la formule de M. CAQUOT devient :

$$p = p_0 + C(2 + \pi)$$

p étant la surcharge appliquée à une profondeur où la charge initiale est p_0 et C étant la cohésion du matériau considéré.

Le dispositif adopté pour les essais était le suivant :

Une cuve longue, profonde et mince (2 m × 0,75 m × 0,20 m), remplie de graisse, représentait une tranche mince d'un profil d'une longueur indéfinie de matériau; une surcharge variable, placée en surface, représentait la fondation. Les enfoncements de cette surface étaient repérés au moyen de comparateurs pendant les essais. Les parois latérales de la cuve étaient lubrifiées par une dissolution de gomme arabique dans l'eau, de façon à supprimer l'effet de paroi. En fait, il existait un frottement résiduel, entre la graisse et la paroi, de l'ordre de 0,2 g/cm², mais la solution adoptée était surtout la plus constante en fonction du temps. Nous avons utilisé préalablement, pour diminuer le frottement graisse-paroi, la cellophane, l'huile, le sable et le sable huilé. Ce dernier

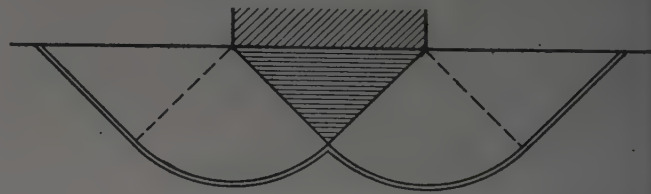


FIG. 14. — Rupture théorique d'un milieu à frottement interne nul.



FIG. 15. — Cuve d'essai pour modèle réduit en graisse consistante. Position des témoins avant les essais.

FIG. 16. — Déplacement et fissuration dans le massif de graisse semi-infini (essai lent). Les déplacements correspondent aux mouvements des témoins et sont indiqués en traits forts sur la figure. Les fissures correspondent aux traits beaucoup plus nombreux et plus fins et dessinent un réseau d'isostatiques.

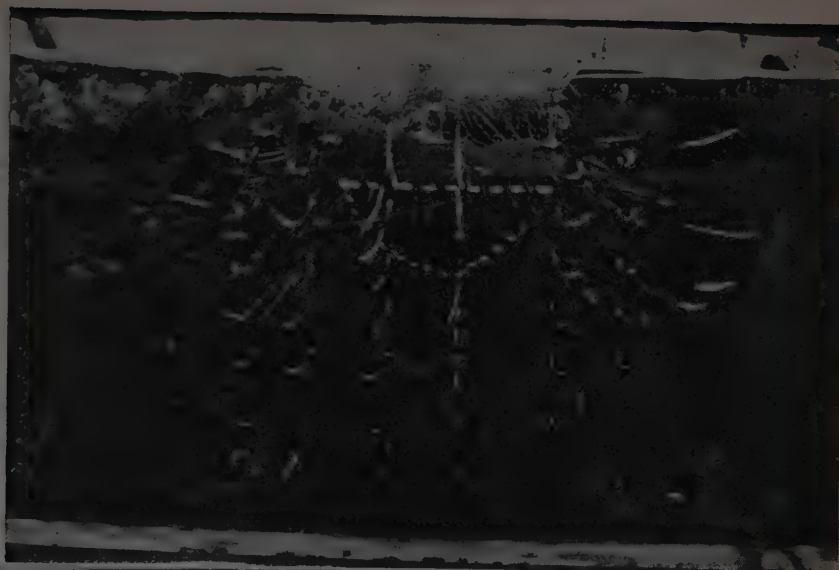


FIG. 17. — Épaisseur de la couche limitée à $L\sqrt{2}$ ($2L$ étant la largeur de la fondation).

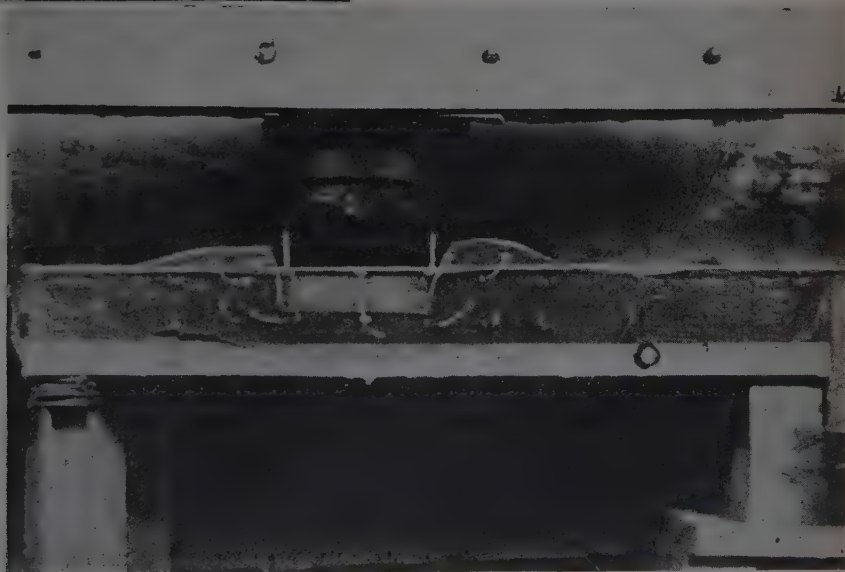


FIG. 18. — Épaisseur de la couche limitée à $\frac{2}{3}L\sqrt{2}$.

donnait d'excellents résultats mais, malheureusement, variables avec le temps, l'huile se dissolvait progressivement dans la graisse. Des témoins placés dans le massif

permettaient d'en observer les déformations en les repérant au travers d'une glace formant la paroi antérieure de la cuve (fig. 15).



FIG. 19. — Épaisseur de la couche limitée à $1/3 L \sqrt{2}$. On aperçoit au voisinage du fond des décollements qui correspondent à des efforts de traction.

Des fondations de différentes largeurs ont été utilisées; les maquettes avaient pour dimensions 0,10 m \times 0,20 m; 0,15 m \times 0,20 m; 0,20 m \times 0,20 m; 0,20 m étant la largeur de la cuve.

La formule de M. CAQUOT donne, pour taux de travail d'une fondation en surface, 56,5 g/cm² pour un matériau de frottement interne nul et ayant une cohésion égale à 11 g/cm². Les courbes d'enfoncement des fondations en fonction de la charge montrent effectivement un changement d'allure au voisinage de cette valeur, ou plutôt entre 50 et 70 g/cm². Si l'on tient compte de la faible précision avec laquelle est mesurée la cohésion, due aux difficultés de manipulation et de préparation d'une éprouvette cylindrique de graisse, on peut s'estimer satisfait de cette vérification. Notons également que les essais rapides ont fait apparaître des ruptures dont l'allure générale est conforme à la théorie, c'est-à-dire composée de segments de droite et de deux arcs de cercle (fig. 14). On voit effectivement se former un cône fixe (en hachure sur la figure) et une ligne de glissement, marquée en

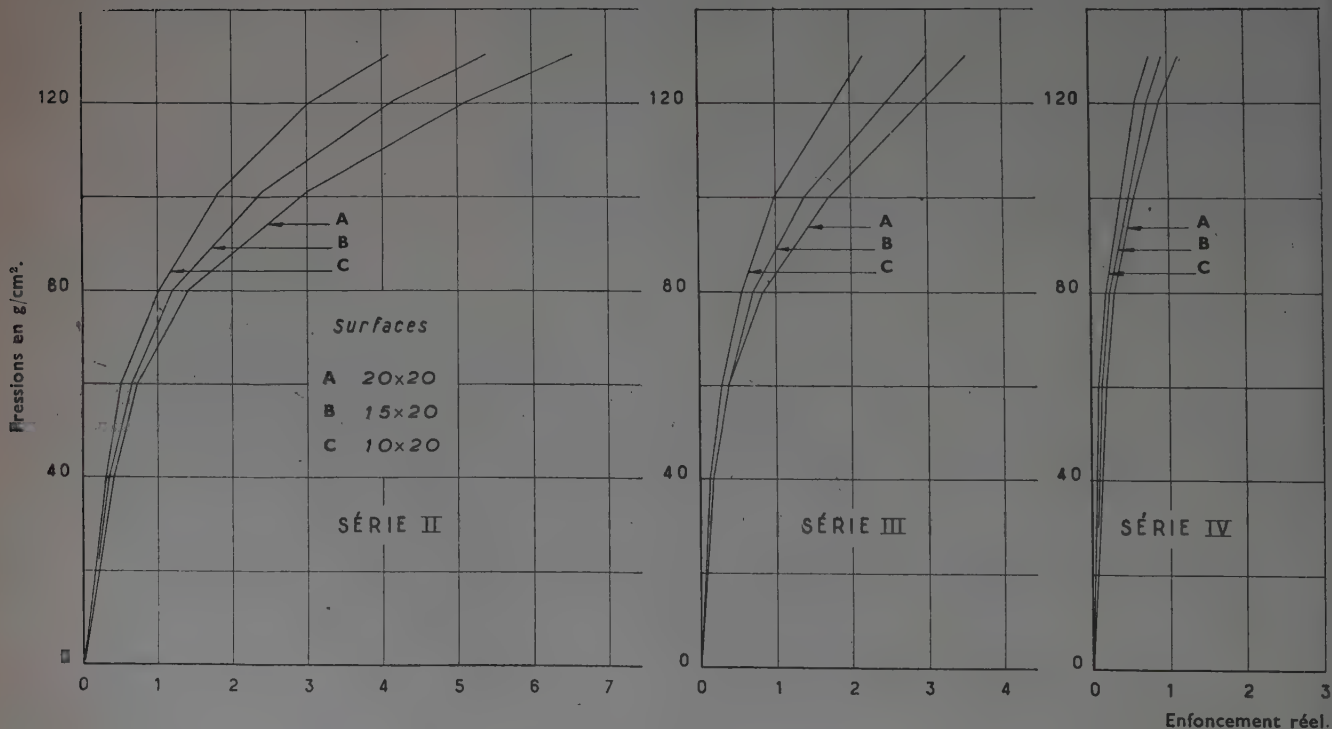


FIG. 20. — Courbes pression-enfoncement réel pour des surfaces différentes, à gauche l'épaisseur de la couche égale $L \sqrt{2}$; au milieu, épaisseur de la couche égale à $2/3 L \sqrt{2}$; à droite, épaisseur de la couche égale à $1/3 L \sqrt{2}$.

trait double sur la figure. Ces deux limites définissent la zone des grands mouvements, la partie inférieure du massif étant sujette à des déformations beaucoup plus limitées. Notons aussi que des essais beaucoup plus lents font apparaître dans la tranchée mince un nombre considérable de petites fissures qui dessinent le champ d'isostatique perpendiculaire aux contraintes de traction, c'est-à-dire le réseau d'isostatique appelé S_2 en photoélasticité. Ces résultats sont illustrés par la figure 16.

Cette vérification justifiant la méthode d'essais, nous avons cherché ensuite à déterminer l'influence de l'épaisseur de la couche dans le cas où le fond rigide coupe la ligne des grands glissements, précédemment définie. Le montage était toujours le même, l'épaisseur de la couche étant limitée.

Les photographies (fig. 17, 18 et 19) mettent en évidence, dans le cas des épaisseurs relativement faibles de matériau à frottement nul, des contraintes de traction à l'interface du milieu résistant et du milieu purement cohérent.

J'ai indiqué précédemment que la rupture était mal repérée sur les diagrammes d'enfoncement de la fondation placée sur un milieu indéfini et vous avez pu constater que, dans un phénomène simple, la détermination de la rupture n'était pas évidente. Elle devient encore plus difficile lorsqu'il s'agit de comparer des phénomènes pour lesquels les déformations ne sont plus du même ordre de grandeur (fig. 20). Ceci nous a conduit à utiliser la courbe effort-déformation en la transformant par des changements d'échelles. Au lieu d'envisager les tassements réels, nous avons introduit les tassements relatifs, rapport du tassement réel à l'épaisseur initiale de la couche étudiée. Les courbes ainsi obtenues différaient donc uniquement par les taux de travail correspondant à des tassements relatifs égaux. On constate que, pour des tassements relatifs égaux, le taux de travail est plus élevé quand le rapport :

$$\frac{\text{épaisseur de la couche}}{\text{largeur de la fondation}}$$

diminue, ce qui semble conforme au bon sens. Si l'on envisage des courbes relatives à des essais tels que le rapport :

$$\frac{\text{épaisseur de la couche}}{\text{largeur de la fondation}}$$

soit constant, c'est-à-dire relatives à des maquettes géométriquement homothétiques, on constate que, pour un même taux de travail unitaire, les tassements relatifs sont voisins, mais que les plus petits sont donnés par les plus grandes surfaces; nous en reparlerons dans un instant.

Si l'on prend la courbe moyenne relative à ces essais, et si l'on fait varier le rapport :

$$\frac{\text{épaisseur de la couche}}{\text{largeur de la fondation}}$$

on constate que les différentes courbes moyennes ainsi obtenues sont affines et que l'on peut passer des unes aux autres par une dilatation dont la base serait l'axe des tassements relatifs (fig. 24). Nous avons utilisé comme référence la courbe moyenne

obtenue avec les maquettes telles que l'épaisseur de la couche soit égale à $2L \frac{\sqrt{2}}{2} = L\sqrt{2}$ ($2L$ étant la largeur de la fondation), c'est-à-dire telles que les lignes des grands glissements théoriques soient tangentes à la sous-couche résistante. Il ne serait pas exact, en effet, de négliger l'effet de toute la partie du massif à une profondeur supérieure à $L\sqrt{2}$ car, même en dessous de la ligne de déformation maximum, le massif est tout de même sollicité par des efforts et présente des déformations plastiques importantes que l'on repère aisément dans nos essais, à l'aide de témoins placés au sein du massif de graisse.

En transformant la courbe de référence par affinité jusqu'à sa superposition avec les autres courbes des essais, le module de dilatation permet de définir un coefficient de majoration du taux de travail $p = C(2 + \pi)$ utilisé pour le massif semi-infini.

La courbe obtenue pour les différentes épaisseurs de couche est suffisamment régulière pour que l'on puisse envisager son utilisation pratique pour déterminer un coefficient de sécurité.

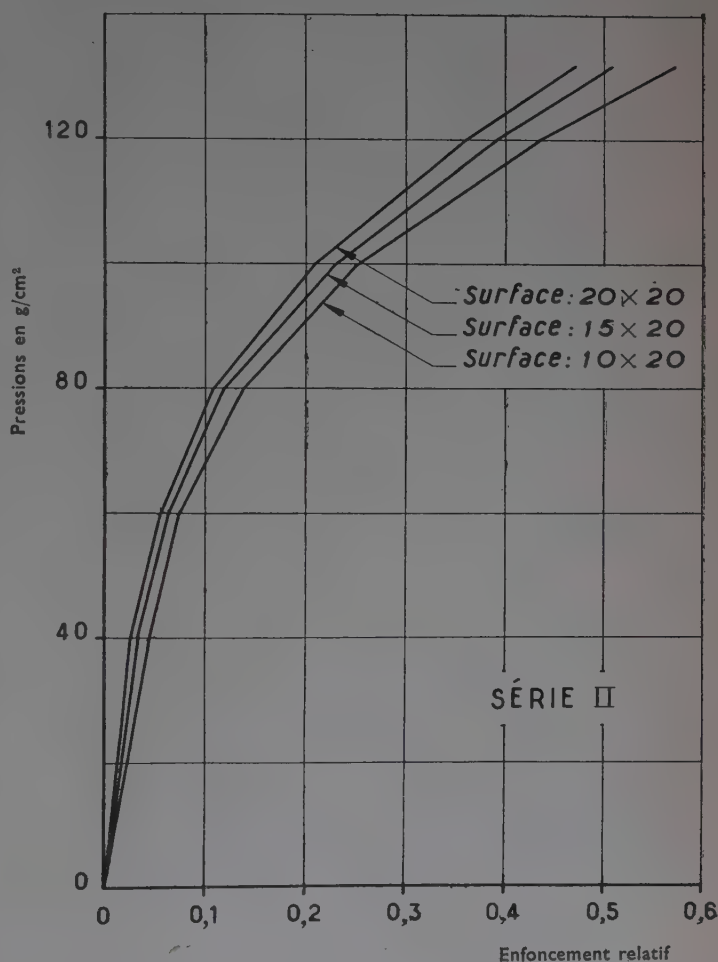


FIG. 21. — Courbes $\left(\text{pression}, \frac{\text{enfoncement réel}}{\text{épaisseur initiale de la couche}} \right)$.
Épaisseur de la couche égale $L\sqrt{2}$.

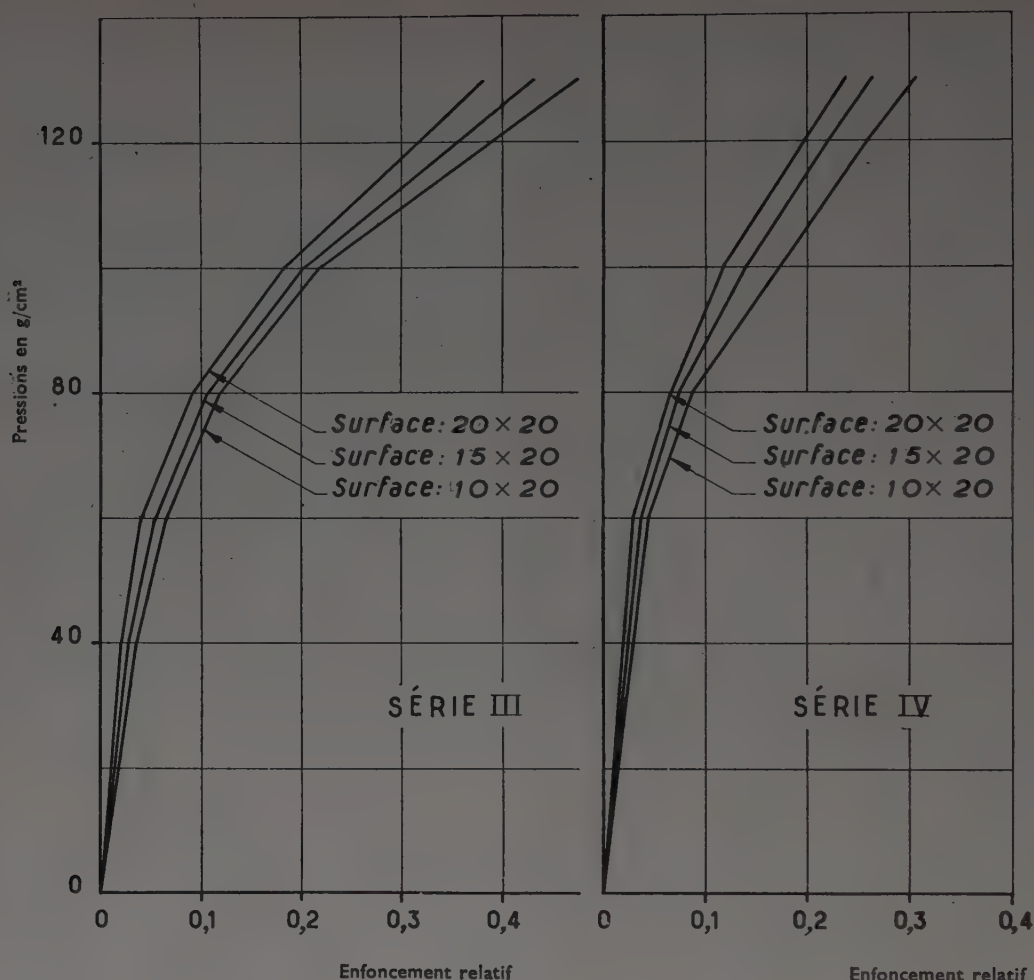


FIG. 22.

Courbes (pression, $\frac{\text{enfoncement réel}}{\text{épaisseur initiale de la couche}}$).

A gauche, épaisseur de la couche $\frac{2}{3} L \sqrt{2}$. A droite, épaisseur de la couche $\frac{1}{3} L \sqrt{2}$.

Il est toutefois curieux de constater, pour des maquettes homothétiques, que les courbes des tassements relatifs en fonction du taux de travail ne sont pas rigoureusement superposables, ce qui est contraire à la théorie mathématique du phénomène. Cela peut s'expliquer peut-être par l'existence de phénomènes de déformations visqueuses et pourrait sans doute être étudié en faisant varier systématiquement la cadence de chargement. Il faut remarquer d'ailleurs que cela n'affecte pas la notion de coefficient de majoration du taux de travail, puisque l'on peut faire coïncider, non seulement la courbe moyenne, mais aussi les courbes relatives aux essais avec des surfaces égales. Nous n'avons pris la courbe moyenne que pour diminuer la part des erreurs de mesures.

J'arrive maintenant à la fin de mon exposé. Nous avons voulu donner un aperçu de quelques-unes des recherches que nous avons entreprises en Mécanique du Sol. J'espère vous avoir montré que nos préoccupations sont à la fois

d'ordre théorique et d'ordre pratique, et que nous cherchons à éviter d'oublier l'un au détriment de l'autre. Mais, avant de passer à la discussion des points qui vous

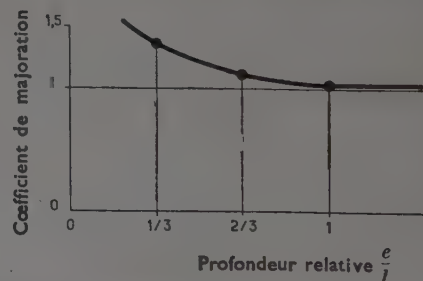


FIG. 23. — Coefficient de majoration du taux de travail en fonction de l'épaisseur relative de la couche.

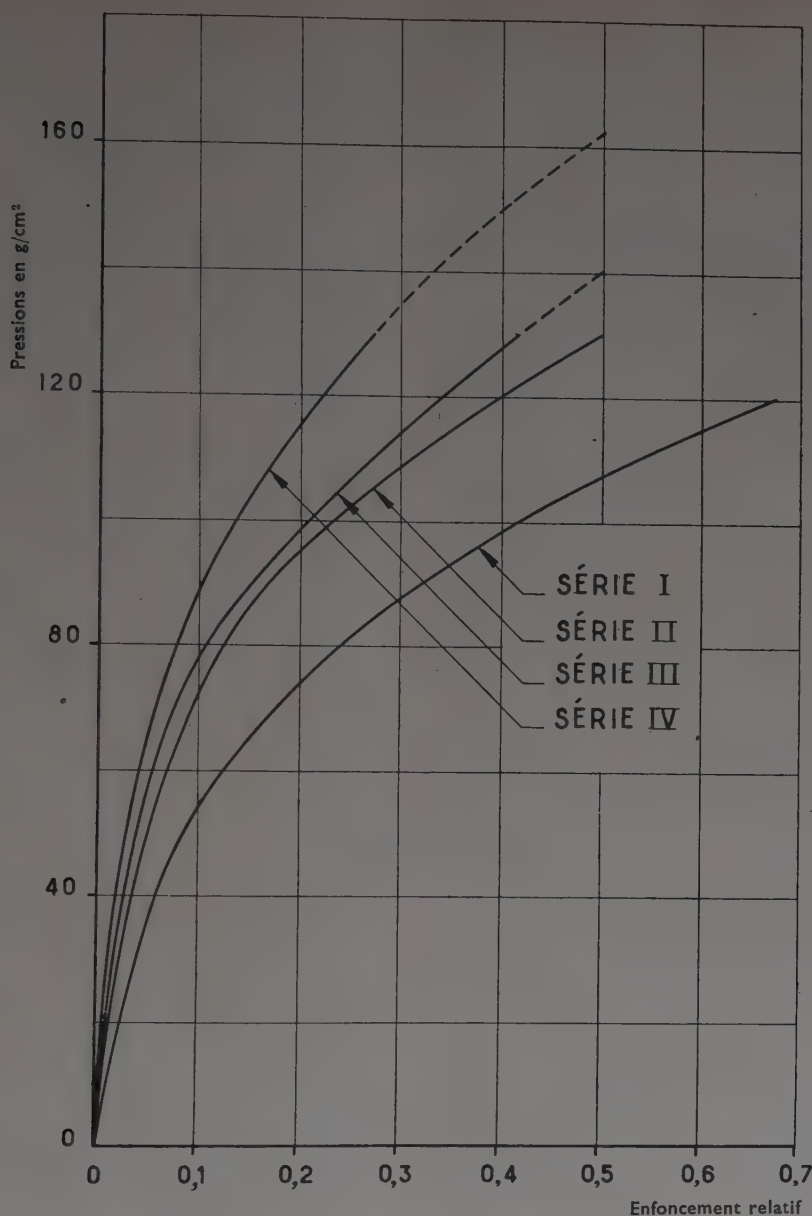


FIG. 24. — Courbes moyennes (pression-tassement relatif) déduites des précédentes figures.

paraissent délicats parmi les résultats que je vous ai présentés, il me reste à remercier tous ceux qui ont participé à ces études par leurs conseils, leur aide, et leur concours. En tout premier lieu mon collègue René MARCHAND, qui a été un camarade de travail parfait et qui a participé à la réalisation et l'interprétation des essais

faisant l'objet de cette conférence. Je remercie aussi MM. LOISOS et GUENOT qui ont effectué avec intelligence la plus grande part des mesures. Il ne faut pas oublier ceux qui, par leurs subventions, je veux parler de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, ont permis la réalisation de ces études.

DISCUSSION

M. LE PRÉSIDENT. — Messieurs, vous serez certainement d'accord avec moi pour remercier M. HABIB de sa conférence, mais j'aimerais aussi que ceux d'entre vous qui auraient des remarques à faire veuillent bien nous en faire profiter.

M. CAQUOT. — Je voudrais dire quelques mots de la courbe intrinsèque. Elle s'obtient facilement par les cercles de MOHR; mais elle est plus générale que le cercle de MOHR. Elle existe comme propriété de la matière, même quand il n'y a pas de cercle de MOHR dans le cas de tenseurs non symétriques en milieu magnétique. La courbe intrinsèque, c'est l'extrémité des vecteurs qui produisent le premier glissement. Mais, lorsque l'on a un milieu non isotrope, il n'y a pas de courbe intrinsèque pour représenter l'ensemble des vecteurs puisque la courbe intrinsèque se démontre mathématiquement à partir de la définition du milieu isotrope. Il ne faudrait pas, dans les essais qui ont été décrits, attribuer à la variation de la contrainte intermédiaire ce qui est la caractéristique de l'anisotropie. La variation de la contrainte intermédiaire met uniquement en évidence l'anisotropie des matériaux essayés et rien d'autre. Lorsque vous opérez dans de l'argile, c'est un milieu dans lequel la particule est tellement fine et l'eau tellement incorporée à la particule pendant la durée de l'expérience que vous ne pouvez pas changer les positions relatives des éléments. Le milieu est isotrope. Au contraire, le sable est un milieu anisotrope, il suffit de très faibles variations de rapprochement des grains pour changer dans des proportions énormes les coefficients de frottement. Si vous faites ce déplacement des grains de telle sorte que les vides mesurés sur une section horizontale ne soient pas les mêmes que les vides de la section verticale, vous avez créé une anisotropie. Cette anisotropie se produit sous la pointe des pieux et provoque cette résistance considérable qui fait que tout se passe sous la pointe des pieux comme si l'angle de frottement était porté à 48°.

Si vous prenez l'expérience des pieux, vous avez deux faits.

Le premier, c'est que la pointe appuie sur le sable et que, quel que soit le tassement de ce sable, elle va lui donner le tassement optimum. C'est ce qu'ont montré vos expériences, qui ont confirmé celles de M. KERISEL : quel que soit le tassement du sable vous obtenez la même résistance de pointe qui crée son propre appui autour d'elle.

Le frottement latéral est une question différente. Lorsque vous déplacez un cylindre dans une gaine vous ne changez pas les états de volume et, par conséquent, vous ne produisez pas de modification des contraintes. La pression latérale et la pression sous la pointe s'établissent dans des conditions tout à fait différentes. La pression latérale dépend d'ailleurs aussi de l'état de serrage du pieu et, lorsque l'on bat un grand nombre de pieux, la pression latérale augmente beaucoup plus qu'on ne le penserait et vient serrer les pieux anciens.

Quant aux essais qui viennent d'être faits sur les milieux qui n'ont que de la cohésion sans frottement, ils sont extrêmement intéressants, ils représentent le comportement de l'argile au moment de son chargement. Il serait utile de prolonger les courbes jusqu'à l'infini et de considérer l'écoulement dans un milieu très étroit; cela peut se traduire d'une façon complète au point de vue mathématique et il serait intéressant de faire des essais sur des couches très minces. Il est impossible d'expulser la matière quand elle est entre deux parois très rapprochées. A titre d'exemple, je vous dirai que j'ai décinturé deux grands ponts à Paris ayant des joints minces de 3 cm d'épaisseur sur lesquels on a placé instantanément, avant la prise du béton, des pressions de l'ordre de 100 kg/cm². Il ne pouvait pas y avoir écoulement, on le démontre facilement. La résistance en fonction de l'inverse de l'épaisseur de la couche suit une loi exponentielle et varie très rapidement avec la pression.

Les faits qui viennent de nous être indiqués sont donc extrêmement intéressants; ils confirment en tous points les résultats donnés par le calcul, à condition que dans les calculs on introduise les bons coefficients. L'intérêt des essais est précisément de nous

donner les bons coefficients, les valeurs exactes du frottement, de la cohésion, etc.

M. FLORENTIN. — Je voudrais féliciter M. HABIB. Je regrette simplement qu'il y ait une abondance de matières qui limite la discussion. Il est difficile pour les auditeurs de connaître toujours d'une façon précise les conditions d'exécution des essais. Il se peut qu'une partie des critiques que je vais faire ne soient pas justifiées.

Je ne veux parler ici que de la partie des essais relative à l'influence de la contrainte intermédiaire, qui met en cause le critère de MOHR sur la rupture. Le critère de MOHR n'est pas un dogme intangible. Il pourrait sembler inopportun de ne pas admettre intégralement des résultats d'essais exécutés, avec une très grande réussite, comme ceux que nous a présentés M. HABIB. Mais, les écarts sont si importants, de l'ordre de 10%, que l'auditeur a le droit d'être excessivement prudent.

Le peintre voit la mer, les océans, les lacs bleus et verts, il ne s'ensuit pas que la couleur de l'eau soit verte, en tout cas il n'en est pas ainsi sous faible épaisseur. Je voudrais que M. HABIB préfère le rôle du physicien à celui du peintre. Je ne suis pas foncièrement persuadé que l'influence de la contrainte intermédiaire soit aussi grande que M. HABIB l'a montré. Il s'agit pourtant d'essais multiples, et on aurait mauvaise grâce à les récuser. Qu'ont donné sur d'autres matériaux des essais analogues sur l'influence de la contrainte intermédiaire ?

Pour des bétons, différents expérimentateurs signalent des écarts par rapport au critère de MOHR, qui sont du même ordre que les erreurs d'expériences. M. ROÏ signale une influence qui aux basses pressions, semble d'ailleurs de sens contraire à celle indiquée par M. HABIB. M. LODE, qui a fait des essais sur des tubes métalliques en appliquant une pression interne, ce que M. HABIB ne peut pas faire, a trouvé quelque chose de différent : le domaine intrinsèque a une amplitude plus grande lorsque la contrainte intermédiaire est égale à la demi-somme arithmétique des contraintes extrêmes. M. HABIB a trouvé que, lorsque la contrainte intermédiaire est égale à la plus petite des contraintes, le domaine intrinsèque est plus grand que lorsque la contrainte intermédiaire est égale à la plus grande des contraintes, l'écart étant de 10%. Pour les argiles, qui sont les plus plastiques des matériaux dont s'occupe la mécanique du sol, l'influence n'est pas décelable, même à l'appareil triaxial très précis dont dispose M. HABIB. Or, il y a une différence fondamentale entre les sables et les argiles. Dans le cadre des essais, la compressibilité de l'argile est faible et la dilatation cubique des argiles est négative. Par contre, pour les sables, en admettant que la compacité initiale soit supérieure à la compacité critique, la dilatation cubique commence par être négative, car l'échantillon se comprime. Mais lorsque l'on se rapproche de la rupture, le sable compact augmente de volume, ce qui correspond à un changement de signe de $1-2\eta$. Le coefficient de Poisson η pour le sable est alors supérieur à 0,5. Or, je crois que M. HABIB, d'après les conversations que nous avons eues, n'a pas mesuré les compacités initiales et surtout n'a pas mesuré la dilatation cubique des échantillons au cours des essais. Je sais que ceci est très délicat. Au cours de discussions antérieures avec lui, nous avions envisagé un certain nombre de dispositifs, mais je concède qu'il est plus facile d'imaginer que de réaliser. Pourtant ces mesures sont fondamentales. On connaît d'après les essais de M. KERISEL, et d'après d'autres, l'influence de la compacité sur le frottement interne des sables : ce qui nous est présenté comme une influence de la contrainte intermédiaire, mettant en cause si radicalement le critère de MOHR, pourrait n'être qu'une variation de la compacité suivant le processus opératoire dans le cadre des conditions aux limites de l'appareil utilisé. Dans la première série d'essais, celle où la contrainte intermédiaire est égale à la plus petite contrainte, vous commencez l'essai par un état initial à contraintes principales égales. Puis, vous faites croître la contrainte axiale et un appareil stabilisateur maintient l'étreinte latérale à sa valeur initiale. Le fluide étant

incompressible, s'il y a la moindre hystérésis dans votre appareil stabilisateur, cela se traduit par une augmentation de la compacité du sable. Il serait intéressant de faire des essais où l'étreinte latérale soit donnée par un fluide compressible, l'air par exemple, permettant une augmentation de volume qu'on ne peut pas obtenir avec votre fluide incompressible. Vous pouvez aussi, pour rechercher l'influence du mode opératoire, faire décroître l'étreinte latérale à partir de l'état des contraintes initiales, au lieu de faire croître la contrainte axiale, ceci avec fluide compressible ou non, et si possible en mesurant des variations de volume.

Dans la deuxième série d'essais, celle où la contrainte intermédiaire est égale à la plus grande des contraintes, je ne sais pas quel est le processus opératoire, je ne sais pas si vous faites croître l'étreinte latérale ou diminuer la contrainte verticale. Il serait intéressant de renverser l'ordre des phénomènes pour voir si c'est la valeur de la contrainte intermédiaire, eu égard aux autres contraintes, qui joue un rôle, ou si c'est l'histoire de l'application de ces charges.

En tout cas, je crois qu'il faut avoir comme objectif final de mesurer la dilatation cubique et la compacité initiale, mais dire qu'il y a 10° de différence entre les deux domaines intrinsèques, ce serait grave pour la Mécanique du Sol appliquée dans son ensemble.

C'est volontairement que je ne parle pas des autres sujets exposés, car il est déjà très tard.

M. HABIB. — Je remercie M. le président CAQUOT et M. FLORENTIN de leurs intéressantes communications. Je tiens à signaler toutefois à M. FLORENTIN que nous avons uniquement cherché ici à décrire des résultats d'essais. Ceux-ci sont certainement incomplets, en particulier en ce qui concerne les variations de volume. Pour la question du mode d'application des charges, la première idée qui nous est venue a été de commencer par faire varier l'étreinte latérale en la faisant croître et décroître, de même que nous avons fait croître et décroître la contrainte verticale. Dans ce domaine, nous avons fait les quatre essais qui ont été proposés par M. FLORENTIN.

M. FLORENTIN. — Il s'agit de savoir si c'est effectivement l'influence de la contrainte intermédiaire que vous avez mesurée ou l'influence de la variation de la compacité du sable en fonction des conditions opératoires.

M. HABIB. — L'influence de la contrainte intermédiaire s'est peut-être traduite par une variation de compacité anisotrope pendant la rupture de l'échantillon.

M. CAQUOT. — L'anisotropie existait avant la contrainte, c'est l'anisotropie qui est cause qu'il n'y a pas de courbe intrinsèque.

M. HABIB. — Le sable était isotrope de par sa mise en place.

M. CAQUOT. — Vous n'avez pas de milieu isotrope à partir du moment où vous pilonnez dans une direction. Même si vous coulez le sable dans une direction, si vous pouviez faire des coupes verticales et horizontales, vous ne trouveriez pas les mêmes vides dans les coupes horizontales et verticales. Vous avez créé une anisotropie qui cause une différence de la contrainte intermédiaire, mais qui ne permet pas de la mesurer. L'anisotropie exige six paramètres et vous n'en avez qu'un. Je vais vous donner un exemple plus simple. Je prends une tôle laminée, cette tôle a trois caractéristiques : limite élastique longitudinale latérale et transversale. Si vous considérez que vous représentez l'anisotropie par un tenseur ayant trois contraintes principales dans les trois directions, qui sont les directions de laminage orthogonales, et si vous considérez que ce tenseur représente l'anisotropie de fabrication vous combinez ce tenseur avec les tenseurs que vous appliquez dans vos expériences, vous trouverez toujours une courbe intrinsèque, vous avez un tenseur correctif qui représente à l'heure actuelle l'anisotropie de la matière. Il n'y a pas d'autre solution, j'ai fait beaucoup d'études, cela représente exactement tous les essais expérimentaux d'une façon complète.

M. BUISSON. — Il est facile de voir si le sable est anisotrope en mesurant les coefficients de perméabilité longitudinale et transversale.

M. CAQUOT. — J'ai fait faire des essais autrefois pour une thèse de doctorat sur la question de coefficient de réduction volumétrique sous l'influence de la pression. En prenant un sable et en le comprimant d'une façon hydrostatique, on a trouvé que les variations n'étaient pas les mêmes. Le milieu était absolument anisotrope.

L'auteur était étonné de cela, il avait créé un milieu anisotrope. Si vous en avez le moyen, faites des coupes de la façon suivante : vous faites des bétons qui sont des bétons poreux comprenant très peu de ciment et des grains, faites des coupes verticales et horizontales, vous verrez que les grains ne sont pas rangés du tout de la même façon.

M. MAYER. — L'essai qui a été fait, je peux le dire, a tendu à avoir un milieu aussi isotrope que possible. Étant donné l'appareillage dont on dispose, il est extrêmement difficile de faire des coupes comme le suggère M. le président CAQUOT. Ce que nous avions surtout en vue en commençant ces essais, c'était de voir comment se comportait la masse de sable une fois que l'on faisait varier les contraintes, avec des contraintes transversales plus fortes ou moins fortes que les contraintes verticales. A priori, il n'était pas certain que l'on aurait une très grosse différence; au contraire, nous nous attendions à en trouver une absolument insignifiante. Nous avons été frappés du résultat; c'est pourquoi il nous a semblé intéressant de vous le présenter aujourd'hui.

M. HABIB. — Je m'excuse de revenir sur cette question. J'interprète difficilement les résultats obtenus au moyen de l'appareil de cisaillement de CASAGRANDE où le matériau a toujours été placé de la même façon, où nous avons fait agir une contrainte intermédiaire qui était située dans un plan perpendiculaire.

M. CAQUOT. — Là encore le milieu était anisotrope.

M. MAYER. — On a mis en évidence cette modification de la contrainte intermédiaire dans l'appareil de CASAGRANDE, c'est tout de même plus surprenant.

M. FLORENTIN. — Est-ce que le Laboratoire est partisan d'admettre qu'il y a deux courbes intrinsèques ? Comment pourriez-vous traiter le problème de butée et de poussée ?

M. MAYER. — Le problème de butée et de poussée a toujours été traité comme un problème plan et, dans ce cas, je ne vois pas qu'il soit possible de faire varier indépendamment la contrainte intermédiaire. Les résultats obtenus gardent donc, à mon avis, toute leur valeur.

M. HABIB. — Je voudrais revenir sur ce qui a été dit plus haut, Dans la boîte de CASAGRANDE, l'échantillon est soumis aux deux contraintes, normale et de cisaillement; nous avons placé un double piston à l'intérieur de l'échantillon qui exerçait une contrainte transversale. Cette contrainte était donnée au moyen d'air comprimé et nous avons fait varier la valeur de cette pression entre les valeurs n_1 et n_2 , qui étaient les valeurs principales correspondant au cisaillement et à la pression normale dans la représentation de MOHR. Les résultats, en fonction de l'étreinte latérale donnaient une série de points qui se plaçaient sur une courbe continue, avec une dispersion certes importante, mais tout de même qui semble pouvoir tolérer la présence d'une courbe moyenne d'allure décroissante depuis l'une des contraintes jusqu'à l'autre.

M. CAQUOT. — Vous faites une expérience avec une variation de paramètre, mais cela ne suffit pas. Si vous aviez eu des glissements dans votre plan vous auriez trouvé autre chose. Il faut un tenseur complet pour représenter l'anisotropie en chaque point. La contrainte moyenne ne signifie rien, elle donne à un instant donné, pour un essai donné, un chiffre donné, mais elle ne vous permet pas de représenter l'anisotropie de votre milieu. A l'heure actuelle nous avons des variations de plus de 20° suivant le tassement des grains et leur arrangement. Il n'est pas anormal que vous trouviez 10° dans le cas d'une variation dans l'arrangement des grains qui correspond à une anisotropie particulière.

M. MAYER. — C'est pourtant bien ce qui nous a surpris.

M. CAQUOT. — Je reprends l'exemple de la tôle de tout à l'heure dans laquelle j'ai un tenseur représentant l'anisotropie, je connais les trois directions puisque le système est symétrique. Je mets cette tôle au recuit, le tenseur disparaît, l'anisotropie également. Dans les métaux étirés, vous avez une diminution de la résistance à la traction très forte, vous pouvez très bien représenter l'amélioration de la résistance à la traction par la convention d'un tenseur fixe par rapport au milieu, mais la courbe intrinsèque, elle, voyage.

M. MAYER. — Nous essaierons de mettre en évidence cette anisotropie dans nos prochains essais et je remercie M. le président CAQUOT de ses interventions.

NOTE COMPLÉMENTAIRE DE M. HABIB

Influence de la contrainte intermédiaire sur la résistance au cisaillement des sables.

A la suite des interventions suscitées par la conférence du 24 avril 1951, nous avons réalisé un certain nombre d'essais complémentaires dans le but d'exploiter les idées qui nous avaient été suggérées.

L'abondance des matières exposées nous ayant obligé de passer sous silence les détails de la technique expérimentale, nous voudrions d'abord donner quelques précisions relatives à ces essais, d'une part sur la préparation des échantillons, d'autre part sur le mode de calcul des contraintes principales.

1° Description du mode opératoire.

Rappelons d'abord le mode de mise en place des éprouvettes de sable sur lesquelles ont été effectués les essais relatés au cours de l'exposé oral du 24 avril.

Plusieurs matériaux ont été étudiés :

- Sable de Fontainebleau;
- Sable de dunes (Boulogne);
- Sable de Leucate tamisé.

Il s'agit donc de sables bien calibrés à grains aigus ou à grains arrondis.

Le sable est enfermé dans une gaine étanche en caoutchouc; une pierre, poreuse à la base, ferme l'enceinte. L'ensemble est alors mis dans l'appareil triaxial, la pierre poreuse est reliée au perméamètre de la cellule, lui-même en liaison avec une trompe à vide. L'échantillon prend alors une cohésion apparente qui permet de le mettre en

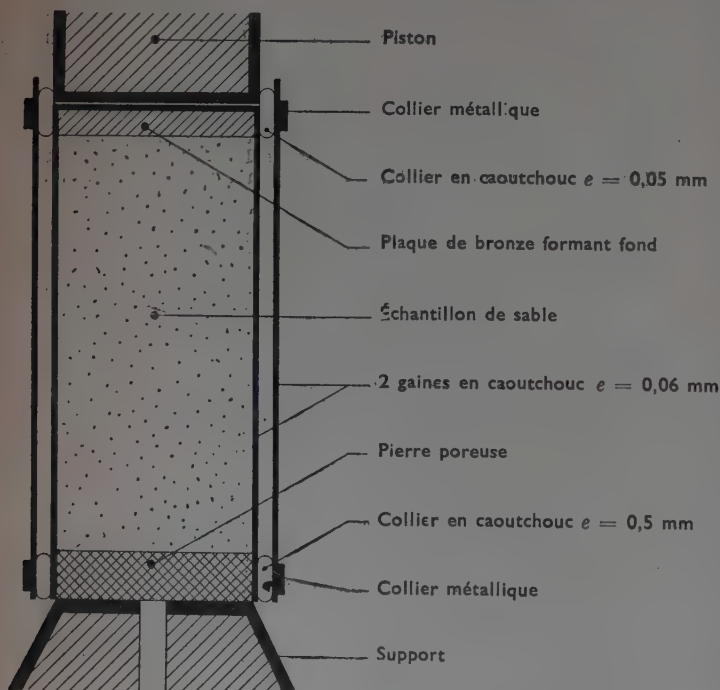


FIG. 25. — Montage des échantillons.

place très aisément. En général, la gaine élastique était étirée, puis, le vide étant légèrement relâché, elle s'affaissait d'elle-même par gravité jusqu'à remplir un moule cylindrique formé par deux demi-coquilles encadrant l'échantillon. On réalisait ainsi des éprouvettes parfaitement cylindriques et particulièrement homogènes, puisque certains essais comportant un cycle compression-extension ont été répétés huit fois sur le même échantillon sans que l'on puisse prédire exactement l'endroit où se produirait la nouvelle rupture, le passage à la longueur initiale se faisant, dans la plupart des cas, avec retour à la forme cylindrique dont on était parti.

Lorsque l'échantillon est mis en place, on relie la partie supérieure de l'échantillon au piston de même diamètre par un collier de caoutchouc (la figure 25 indique le montage). La cellule est alors fermée et la pression d'essai est exercée. A ce moment, le vide est supprimé dans l'échantillon.

2° Mode de calcul des contraintes principales.

A partir de l'état hydrostatique des contraintes on fait varier l'effort longitudinal ou la pression latérale en enregistrant les déformations de l'éprouvette jusqu'à la rupture. La valeur exacte des contraintes principales est alors corrigée en tenant compte des considérations suivantes.

Nous avons admis, en première approximation, que l'échantillon se déforme jusqu'à la rupture en conservant une forme cylindrique. Les contraintes latérales égales sont mesurées par la pression p de l'huile.

Pour éviter les erreurs dues à une imprécision de zéro, l'effort longitudinal est étalonné complètement par équilibrage du piston et de la pression p . Les indications de l'effort vertical sont donc données en équivalent de la pression exercée sur la surface S du piston.

Soit $F = pS$.

La contrainte verticale exercée sur l'échantillon doit être corrigée en tenant compte du changement de section, de celui-ci de :

$$V = Sh$$

on tire :

$$\frac{dV}{V} = \frac{dS}{S} + \frac{dh}{h}$$

d'où :

$$dS = S \left(\frac{dv}{v} - \frac{dh}{h} \right).$$

Dans le cas de la rupture par striction, il faut retrancher de l'effort vertical de compression F , une force égale à $p dS$; le reste de l'effort s'exercera sur un échantillon dont la section sera $S - dS$. La contrainte de rupture sera donc :

$$N_1 = \frac{F - p dS}{S - dS} = \frac{\frac{F}{S} - p \left(\frac{dv}{v} - \frac{dh}{h} \right)}{1 - \frac{dv}{v} - \frac{dh}{h}} = \frac{F}{S} \left[1 - \left(\frac{pS}{F} - 1 \right) \left(\frac{dV}{V} - \frac{dh}{h} \right) \right].$$

Cette correction est du reste peu importante puisque la rupture se produit après une déformation verticale faible, de l'ordre de $dh = 3$ mm pour $h = 87$ mm.

Dans le cas de la rupture par compression la formule à utiliser est évidemment :

$$N_1 = \frac{F + p dS}{S + dS}.$$

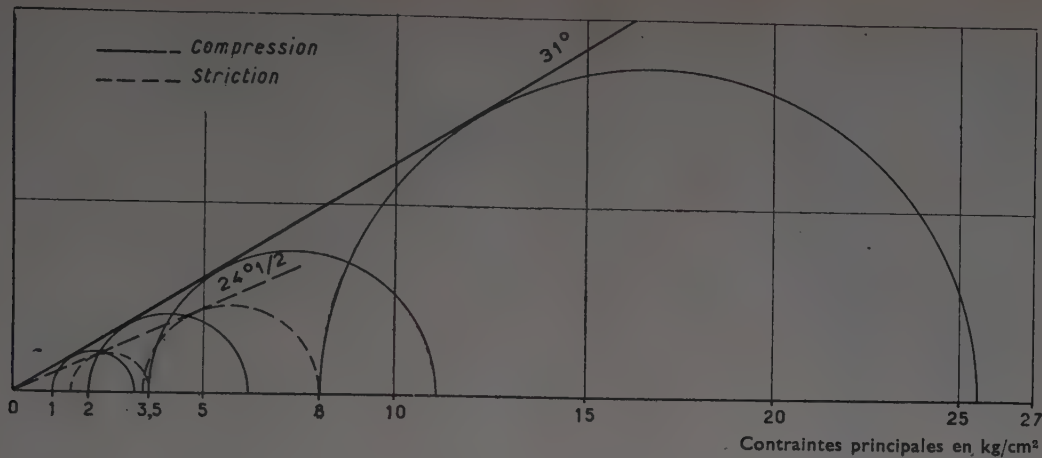


Fig. 26. — Cisaillement triaxial à étreinte latérale constante. Sable de Fontainebleau $d_g = 1,54$.

3° Essais complémentaires.

a) L'anisotropie des échantillons étant, d'après M. le président CAQUOT, la cause principale des résultats que nous avons obtenus, cette question a été soigneusement analysée.

Pour étudier l'anisotropie des échantillons, nous avons utilisé un sable de Leucate tamisé et un sable de rivière à grains ronds, dont la granulométrie est assez continue. Des éprouvettes de sable ont été mises en place, d'une part par le procédé précédemment décrit, et d'autre part en partant d'une sphère de sable façonnée à la main de façon à aboutir à un cylindre. Dans ce mode de préparation, le mouvement des grains lors de la mise en place est perpendiculaire à celui que l'on observe dans la première méthode. On pouvait donc s'attendre à avoir un effet, sinon opposé, du moins différent, lors de l'application des contraintes; il n'en a rien été.

Ces résultats furent les suivants :

Sable de Leucate sec.	Mise en place par gravité.	$\varphi_1 = 37^\circ$ (moyenne de 7 essais)	$\varphi_2 = 29^\circ$ (moyenne de 5 essais)
	Mise en place à partir d'une sphère.	$\varphi_1 = 39^\circ$ (2 essais)	$\varphi_2 = 31^\circ$ (2 essais)

en appelant φ_1 l'angle de frottement interne correspondant au cas où la contrainte intermédiaire est égale à la plus faible des contraintes extrêmes et φ_2 quand elle est égale à la plus grande.

La différence entre ces résultats correspond sans doute à des différences de compacité des échantillons. Mais on constate que la différence $\varphi_1 - \varphi_2$ reste à peu près constante.

Sable de rivière sec.	Mise en place par gravité.	$\varphi_1 = 39^\circ$ (1 essai)	$\varphi_2 = 32^\circ$ (1 essai)
	Mise en place à partir d'une sphère.	$\varphi_1 = 39^\circ$ (2 essais)	$\varphi_2 = 31^\circ$ (2 essais)
Sable de rivière humide.	Mise en place par gravité.	$\varphi_1 = 39^\circ$ (3 essais)	$\varphi_2 = 29^\circ$ (3 essais)

Rappelons les résultats obtenus pour des sables différents (mise en place par gravité).

Sable de Fontainebleau sec.	$\varphi_1 = 36^\circ$ (5 essais)	$\varphi_2 = 31^\circ$ (1 essai)
Sable de Boulogne sec (sable de dune bien calibré grain moyen : 0,2 mm).	$\varphi_1 = 38^\circ$ (5 essais)	$\varphi_2 = 29^\circ$ (4 essais)

La compacité des sables était peut-être différente d'un sable à l'autre, mais est restée constante pour un sol donné; la fidélité de la mise en place, d'après des essais ultérieurs, est assez satisfaisante.

D'autres modes de mise en place ont été utilisés, en particulier en donnant de légers chocs sur les deux demi-coquilles. La variation de densité était importante (de 1,50 à 1,58) et prouve l'efficacité de cette vibration; les résultats obtenus, quoique différents en grandeur absolue, sont toujours du même ordre de grandeur et toujours dans le même sens.

Tous les essais précités ont été effectués à cadence de chargement constante, ou en attendant la stabilisation sous chaque charge. Des essais à vitesse de déformation constante ont été effectués sur le Sable de Fontainebleau saturé. Les essais ont été effectués avec beaucoup de soin et les résultats obtenus furent les suivants :

$\varphi_1 = 31^\circ$	(à $1/2^\circ$ près)	(4 essais)
$\varphi_2 = 24^\circ 1/2$	(à $1/2^\circ$ près)	(2 essais) (fig. 27).

La densité était alors de 1,54, ce qui correspond à un indice $e = 0,75$. Pour ces essais il convient de noter que le maximum correspondant à l'effort de cisaillement était très peu marqué, c'est-à-dire que la densité était légèrement supérieure à la densité critique.

Nous avons utilisé la remarque de M. Buisson pour déceler l'anisotropie du sable déversé avec le montage de la figure 27.

Une boîte cubique dans laquelle le sable est déversé par gravité est munie de quatre embouchures avec robinet permettant de comparer le coefficient de perméabilité dans deux directions différentes orthogonales, en fermant les robinets A et C ou B et D et en mesurant les débits sous une charge constante. Un essai préliminaire, le cube étant vide, permet de voir que les deux directions donnent des pertes de charge identiques et sont bien équivalentes.

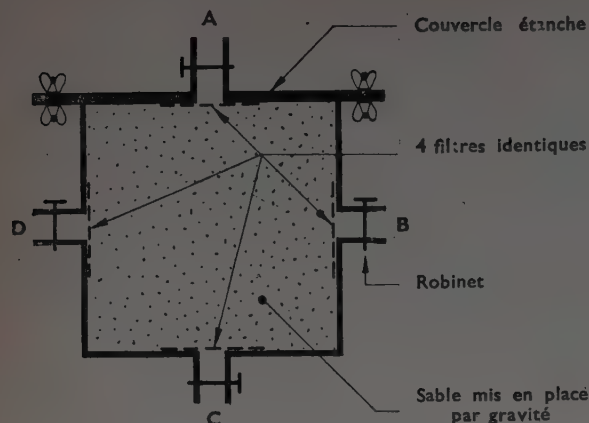


Fig. 27. — Montage pour la mesure du coefficient de perméabilité dans deux directions perpendiculaires.

Les résultats ont été assez décevants pour plusieurs raisons : d'une part, la fidélité dans le temps, d'autre part la dispersion des mesures.

Fidélité. — Les phases de l'essai sont différentes selon les charges d'eau qui sont imposées; on constate parfois, au début de l'essai, une diminution du coefficient de perméabilité suivie ultérieurement d'une augmentation. La première phase est sans doute due à une organisation du milieu sous l'influence de la percolation et ne se produit pas systématiquement; en particulier elle ne se produit pas pour les faibles gradients. La deuxième phase correspond sans doute à la dissolution des petites bulles d'air emprisonnées dans le sable : en effet, dans un essai où l'air avait été exclu, le remplissage du cube ayant été effectué sous l'eau, cette augmentation du coefficient de perméabilité n'a pas été constatée. De toutes façons, la stabilité du régime ne s'obtient qu'après une durée assez longue et l'on constate alors une perturbation de la circulation dans la direction orthogonale. On ne peut pas alors comparer les essais, puisque la circulation dans un sens influe sur celle de l'autre sens. On est alors obligé de faire la même série d'essais en commençant alternativement par une direction, puis par l'autre.

Dispersion. — On constate alors que la dispersion des résultats ne permet pas de mettre en évidence une différence nette.

En effet, la dispersion des résultats est de l'ordre de 20 % pour les mesures initiales; elle est plus réduite pour les mesures après stabilisation. Les écarts observés entre les mesures dans les directions orthogonales sont d'environ 8 %, sans qu'il soit possible de retrouver le même sens de variation au cours de deux essais analogues : on est alors en droit de conclure à des variations aléatoires ne permettant pas de déceler l'anisotropie, ou plutôt que l'anisotropie du sable déversé n'est pas suffisamment importante pour être perceptible par cette technique de mesure.

Retenant une suggestion de M. FLORENTIN, nous avons essayé de faire circuler le courant électrique au travers du sable mouillé : en effet, les équations de circulation sont les mêmes et ce procédé a l'avantage de ne pas perturber le milieu. Le dispositif opératoire est très voisin du précédent : un cube isolant est rempli de sable, mis en place par chute libre et d'une hauteur constante; des électrodes remplacent les robinets; on peut avoir facilement un champ quasi-uniforme avec des électrodes discontinues,

ce qui a l'avantage de ne pas perturber le champ de la direction perpendiculaire. On peut aussi utiliser des électrodes ponctuelles égales placées au centre des faces du cube. Une simple mesure de résistance suffit puisque l'eau du robinet est conductrice; le sable de mer, évidemment chargé en chlorure de sodium, diminue encore la résistivité de l'eau.

Nous avons trouvé les résultats suivants :

TYPE D'ESSAI	RÉSISTANCES EN OHMS	
	Direction verticale	Direction horizontale
Sable de Leucate déversé à sec, puis mouillé	4 350	4 800
Même montage après piquage	4 380	4 950
Sable de Leucate déversé à sec, puis mouillé	4 250	4 260
Même montage après piquage	4 560	4 450
Sable de Leucate déversé dans l'eau (pour éviter de retenir des bulles d'air).	3 950	4 080
Idem.	4 300	4 110
Idem.	4 200	4 100
Sable de Seine déversé à sec, puis mouillé.	4 420	4 610
Sable de Seine déversé dans l'eau (pour éviter de retenir des bulles d'air)....	4 100	4 060
Même montage après vibration	4 700	5 100
Cuve vide	1 700	1 700

Il n'apparaît rien de bien évident de ces résultats. La précision des mesures est d'environ $\pm 20 \Omega$. Si l'on ne tient compte que des essais où la mise en place est faite en déversant le sable, on s'aperçoit que la direction horizontale est légèrement plus résistante (environ 3 %) et que la dispersion des résultats dépasse largement la sensibilité de la mesure.

Il résulte des essais de perméabilité, comme des essais de conductivité, que l'anisotropie due à la mise en place du sable n'apparaît pas clairement.

b) Ainsi que nous l'a suggéré M. FLORENTIN, nous avons cherché à mesurer les variations de volume de l'éprouvette au cours de l'essai. Pour cela, l'intérieur de l'échantillon est mis en relation à l'aide d'un robinet à trois voies, successivement de la trompe à vide à un récipient d'eau. En mesurant la quantité d'eau absorbée on obtient une valeur par défaut de l'indice des vides du sable, puisque le vide n'est pas absolu. Les variations de volume de l'éprouvette sont alors repérées par l'entrée ou la sortie de l'eau interstitielle de l'échantillon. Les résultats obtenus sont extrêmement constants d'un essai à l'autre. Les figures 28 et 29 indiquent les déformations de l'éprouvette et les mouvements d'eau, c'est-à-dire les variations de volume dans le cas d'une série continue d'essais sur la même éprouvette.

On constate, d'après ces figures que, dans chaque cas de cisaillement, le volume commence par diminuer puis, lorsque l'on approche de la rupture, le volume augmente, c'est-à-dire que le phénomène se présente qualitativement de la même façon. On constate que la variation de volume maximum est de l'ordre du centimètre cube. Si l'on admet une densité sèche voisine de 1,57, l'augmentation de volume rapportée au volume total de l'éprouvette, qui est de 83 cm³, entraîne une diminution de la densité sèche

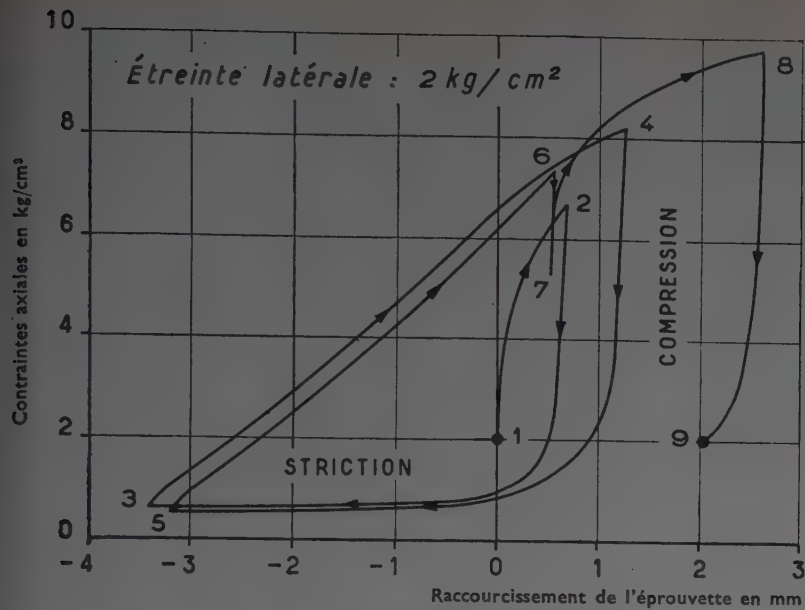


FIG. 28. — Relation : effort axial, déformation d'un échantillon de sable de rivière.



FIG. 30. — Déformation en tonneau d'un échantillon de sable.

qui passe à 1,55; une telle diminution ne peut expliquer des écarts aussi importants que ceux qui sont constatés du point de vue du frottement interne : tous les auteurs indiquent des variations de densité plus importantes pour faire varier l'angle de frottement interne d'une huitaine de degré. Cependant, on peut dire que l'augmentation de volume se localise dans le plan de rupture et qu'elle peut différer d'un mode de rupture à l'autre.

Il est peut-être difficile de parler de la compacité du sable dans le plan de rupture, car elle paraît absolument

inaccessible à l'expérience. Cette question est peut-être d'ailleurs plus théorique que pratique, car, en fait, dans les essais effectués, la compacité initiale du sable était relativement faible et les plans de rupture n'apparaissent pas (déformation en tonneau, figure 30) ou, s'ils apparaissent, c'est tout à fait à la fin de l'essai.

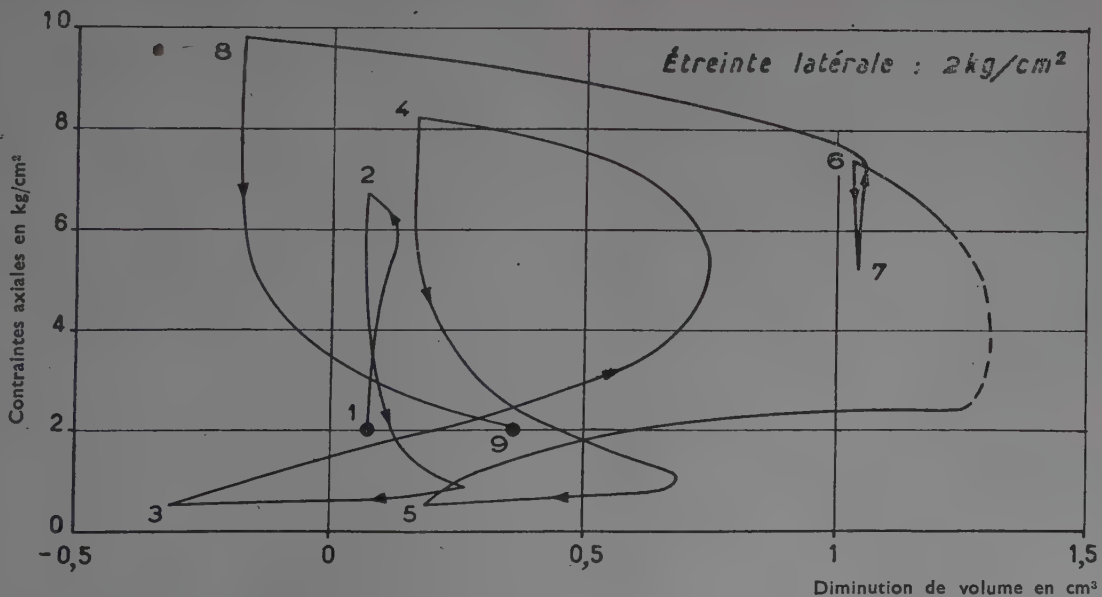


FIG. 29. — Relation : effort axial, variation de volume.

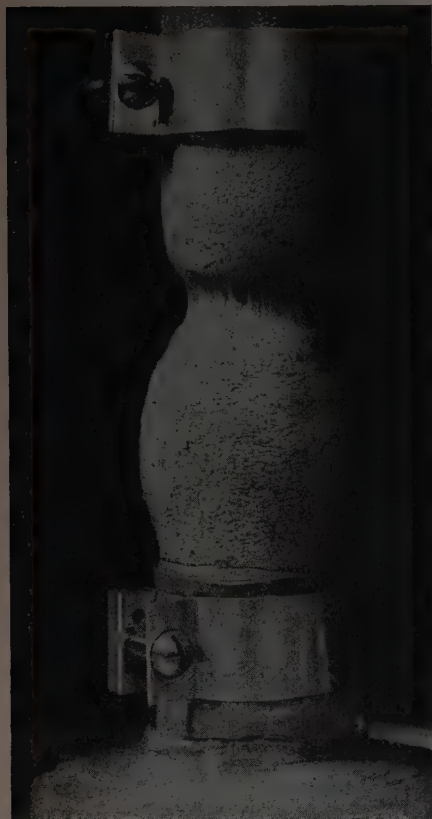


FIG. 31. — Déformation en tonneau et striction sur le même échantillon (fig. 30). L'essai a été intentionnellement poussé à l'extrême pour rendre plus visibles les déformations de l'échantillon.

Les cycles des figures 28 et 29 montrent la continuité des phénomènes de rupture en compression ou en extension dans le cas où le premier essai est une compression. Il en est évidemment de même si l'on commence par une extension. D'une façon plus générale, quelle que soit la façon dont on s'approche de la rupture, c'est-à-dire en augmentant ou en diminuant la contrainte axiale ou la pression latérale, on constate que le volume commence par diminuer puis augmente à la fin de l'essai, lorsque la densité sèche initiale est au voisinage de 1,57 (sable de rivière).

Des essais avec mesure de la variation de volume, la pression étant donnée par de l'air comprimé, ont été effectués pour étudier l'influence de la compressibilité du milieu extérieur. Les résultats obtenus ne diffèrent pas sensiblement des précédents. Nous avons trouvé pour du sable de rivière :

$$\varphi_1 = 38^\circ \quad \varphi_2 = 32^\circ$$

(2 essais) (3 essais).

De même, l'allure générale des variations de volume est la même que celle qui a été indiquée précédemment, c'est-à-dire diminution de volume au départ, puis augmentation de volume au voisinage de la rupture.

Ceci nous semble assez normal à posteriori. En effet, l'inertie du système de chargement latéral semble faible d'après des essais antérieurs : des mesures de résistance au cisaillement à différentes cadences de chargement n'ont

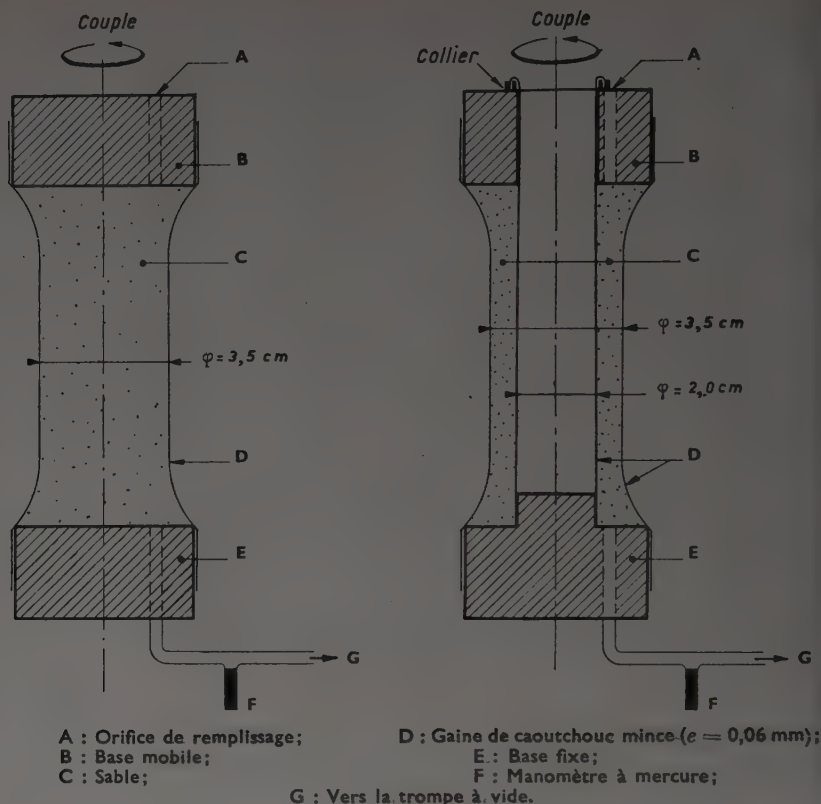


FIG. 32 a et b. — Montage des essais de torsion.

pas indiqué d'écarts autres que ceux de la dispersion. Ces résultats, joints aux précédents, indiquent que l'inertie du stabilisateur de pression, sans être nulle, est du moins négligeable dans les essais courants.

c) On pouvait penser que le serrage des grains, provoqué par la compression hydrostatique initiale, pouvait ne pas être uniforme à l'intérieur de l'éprouvette, à cause d'un effet analogue par exemple à un effet de voûte. Nous avons étudié des échantillons de diamètre supérieur (7 cm) car un tel phénomène ne suivrait pas une loi de répartition linéaire de l'axe de l'éprouvette à la périphérie. Les résultats trouvés furent sensiblement les mêmes que dans le cas des petites éprouvettes; nous avons obtenu avec le sable de Seine :

$$\varphi_1 = 38^\circ \quad \varphi_2 = 30^\circ$$

(1 essai) (1 essai).

Remarquons d'ailleurs qu'un changement de la dimension des grains donnerait un résultat identique si la forme des grains est conservée, puisque ceci correspondrait à une homothétie de l'éprouvette : on constate, en effet, avec le sable de dune de Boulogne et le sable de Leucate tamisé, matériaux déjà cités dont les caractéristiques sont les grains arrondis et la granulométrie très discontinue, que les résultats sont du même ordre de grandeur, ainsi que l'écart entre les angles φ_1 et φ_2 .

d) Nous avons cherché à étudier l'influence d'une contrainte intermédiaire comprise entre les contraintes principales extrêmes au moyen d'essais de torsion. Nous avons utilisé un mode opératoire inspiré de celui décrit par LIANG TCHENG TCHENG (*Proceeding Rotterdam*, vol. V,

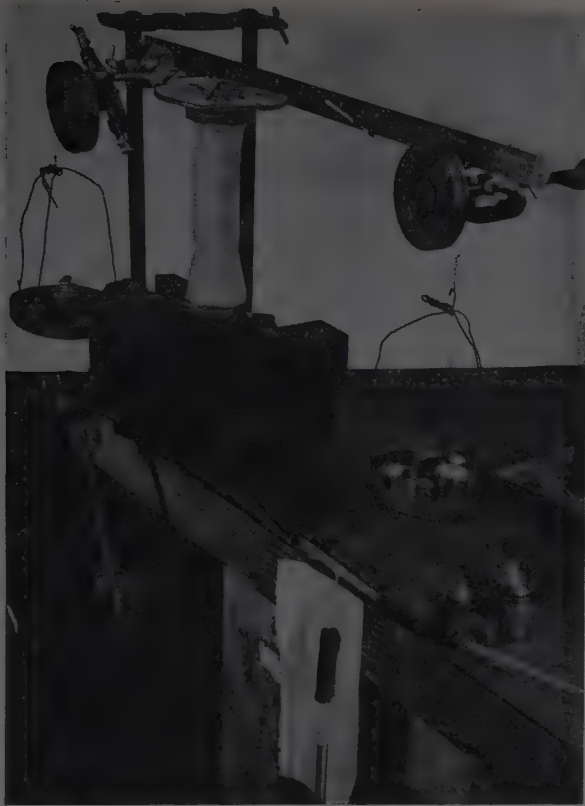


FIG. 33. — Montage d'un essai de torsion sous étreinte hydrostatique.

section 2, p. 35), le sable étant toujours mis en place par gravité. Les montages sont indiqués par les figures 32 *a* et *b* et 33. Dans les dispositifs indiqués une contrainte hydrostatique est donnée par la pression atmosphérique; un manomètre indique la valeur de la contrainte exercée. Un couple appliqué à l'extrémité de l'éprouvette permet d'élever progressivement la contrainte de torsion; enfin, les extrémités de l'éprouvette ont un diamètre supérieur à celui de la partie centrale, de façon à accroître le frottement du sable sur les bases et à obliger l'échantillon à se rompre, grain sur grain, dans une région de diamètre connu. Nous avons utilisé deux types d'éprouvettes cylindriques; les unes, dont la base est une couronne, donnent des cisaillements analogues à celui de l'appareil de HVORSLEV, mais ici, le plan de cisaillement n'étant pas imposé, la surface de rupture s'enroule en hélice autour de l'éprouvette; les autres forment un cylindre plein et le type de montage s'apparente à l'appareil de LANGER, la surface de rupture s'enroulant, là aussi, en hélice. Les résultats obtenus avec les différentes éprouvettes sont très voisins et mettent en évidence un phénomène nouveau.

Si l'on pose $n_1 \leq n_2 \leq n_3$ et $\lambda = \frac{n_2 - n_1}{n_3 - n_1}$ le paramètre λ fixe la position relative de la contrainte intermédiaire; $\lambda = 1$ correspond à la striction, $\lambda = 0$ à la compression et $\lambda = \frac{1}{2}$ à la torsion. Si l'on exerce une contrainte axiale positive ou négative sur l'éprouvette que nous venons de décrire, on s'aperçoit que l'on peut faire varier λ de 0 à 1 puisque l'on est placé dans le cas

le plus général par la superposition d'une étreinte hydrostatique, d'une torsion pure et d'une compression (ou traction) simple. Les premiers résultats obtenus semblent encourageants, mais les essais nécessitent des soins extrêmes et feront l'objet de travaux ultérieurs. La figure 34 indique la variation de φ en fonction de λ obtenue avec une vingtaine d'essais. On constate sur cette figure que la valeur de l'angle de frottement interne passe par

un maximum au voisinage de $\lambda = \frac{1}{2}$ et que l'on retrouve,

pour $\lambda = 0$ et $\lambda = 1$, les valeurs déjà signalées. Le mode expérimental que nous venons de décrire est beaucoup plus précis que celui de l'appareil de CASAGRANDE, dont nous avons souligné le manque de fidélité pour des essais précis, avec contrainte intermédiaire variable, dans la première partie de ce texte.

Ces faits nous semblent de nature à expliquer pourquoi l'angle déterminé à l'essai CASAGRANDE est voisin du plus grand des deux angles φ_1 et φ_2 . Il est en effet étonnant que, dans l'essai de cisaillement linéaire, la contrainte intermédiaire, qui n'est pas imposée, ne devienne pas égale à la plus forte des contraintes de façon à offrir une résistance au cisaillement minimum. La présence du

maximum pour $\lambda = \frac{1}{2}$ permet intuitivement de l'expliquer, puisqu'au début de l'essai la contrainte intermédiaire est faible et égale à la charge verticale multipliée par un facteur voisin de 0,5 d'après des résultats couramment admis. Pour qu'elle devienne égale à la plus forte contrainte, il faudrait que la résistance au cisaillement devienne d'abord de beaucoup supérieure à sa valeur initiale, ce qui paraît évidemment peu probable.

e) La présence du maximum de la résistance au cisaillement étant décelée par l'essai de torsion, nous avons cherché à le mettre en évidence avec un essai direct. En effet, dans l'essai de torsion, le champ de contrainte n'est pas uniforme et l'interprétation des résultats obtenus peut être contestée. Malheureusement, l'essai de CASAGRANDE avec contrainte intermédiaire est très difficile à

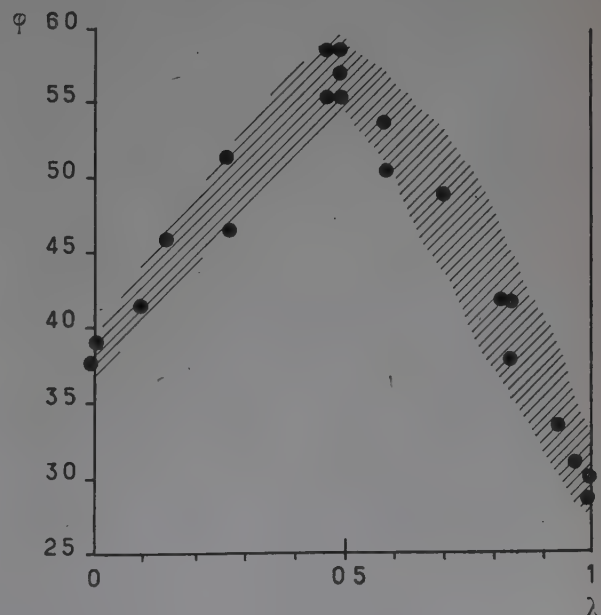


FIG. 34. — Variation de l'angle de frottement interne avec la position relative de la contrainte intermédiaire.

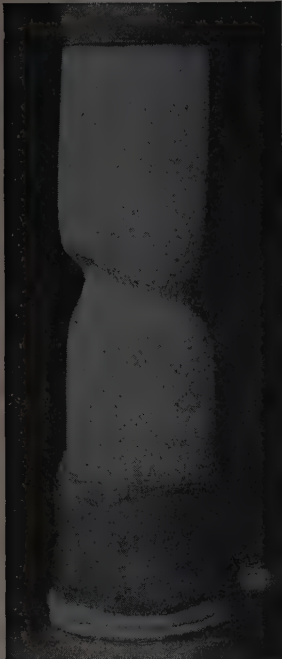


FIG. 35. — Rupture en striction avec apparition d'un plan de glissement.

f) Remarque sur l'inclinaison des plans de rupture.

Les plans de rupture n'apparaissent pas toujours dans les essais qui ont été effectués. Dans les essais en compression, il est nécessaire que la compacité des échantillons de sable soit élevée, sinon la déformation à la rupture est voisine de la forme dite tonneau (fig. 30). Dans les essais en striction, on observe le plus souvent des formes avec écoulement (fig. 31), mais parfois nous avons vu apparaître un plan de rupture net (fig. 35). Les quelques observations que nous avons pu faire donnent des résultats difficiles à interpréter; la mesure est délicate et l'échantillon peut se déformer entre l'instant où la rupture s'est produite et le moment où l'angle est repéré: sa forme géométrique peut en être altérée. De toute façon, la dispersion des résultats est assez grande et la valeur de l'angle de frottement interne est entachée d'une incertitude de l'ordre de $\pm 5^\circ$. Il en est de même pour les essais de torsion où le pas de la spirale n'est pas toujours très constant d'un essai à l'autre (fig. 36) et où le rayon moyen de la spirale est difficile à apprécier; ainsi, dans les essais de torsion sur couronne cylindrique, nous avons constaté l'apparition d'une hélice de pas 26 mm. Les diamètres extérieur et intérieur étaient 34,6 mm et 15,5 mm, les angles déduits de la relation $\alpha = \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}$ donnaient respectivement 27° et 56° .

Remarquons d'ailleurs que, pour des corps différents, comme l'argile et le béton, les résultats sont analogues.

Pour l'argile, la relation $\alpha = \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}$ n'est pas souvent très rigoureuse, ni très satisfaisante. Pour le béton, les résultats obtenus aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics, ainsi que ceux que l'on peut trouver dans la bibliographie, donnent des valeurs tellement dispersées que l'on ne peut opérer que par la statistique.

réaliser puisque, la contrainte normale restant fixe, il faut faire varier simultanément l'effort de cisaillement et la pression transversale de façon que la contrainte intermédiaire soit la moyenne des contraintes extrêmes (ce qui est automatiquement réalisé dans un essai de torsion). Les premiers essais signalés dans la conférence ont été effectués avec une contrainte intermédiaire fixe, c'est-à-dire avec λ variable pendant l'expérience. Il était donc pratiquement impossible de trouver la résistance maximum avec un tel mode opératoire et la dispersion se charge de masquer le reste. Aussi, nous avons repris l'essai en agissant simultanément sur deux variables, mais l'expérience n'est pas aisée. Nous avons constaté alors que, si l'on part d'une position d'équilibre convenable, et si l'on diminue la contrainte verticale N en conservant fixe la pression latérale déterminant la contrainte intermédiaire, ainsi que la valeur du cisaillement, on peut maintenir λ dans un intervalle relativement étroit; la valeur du cisaillement est alors voisine du maximum. Nous avons utilisé un sable roulé à granulométrie étalée. Son angle de frottement interne, déterminé par l'essai classique de CASAGRANDE, est de 36° . La valeur obtenue par le cisaillement en diminuant la charge verticale est sensiblement la même. La valeur obtenue avec une contrainte intermédiaire approximativement médiane et en diminuant la contrainte verticale est de 43° . Cette valeur n'est pas aussi élevée que celle que l'on obtient par les essais de torsion, mais est tout de même largement supérieure à la valeur déterminée par l'essai classique et, comme nous l'avons exposé, il est vraisemblable qu'elle ne correspond pas à la valeur maximum.

De toute façon, même si l'essai de torsion donne des résultats extrêmement étonnants, et peut-être sujets à caution, l'existence d'un maximum de la résistance au cisaillement semble être un phénomène physique net.



FIG. 36. — Rupture d'un échantillon par superposition d'une pression hydrostatique et d'une torsion.

Ainsi, dans la détermination de la courbe intrinsèque du béton soumis à des étreintes latérales très élevées, alors que l'angle de frottement interne déterminé à partir de la tangente à la courbe intrinsèque varie de 50° - 65° , au voisinage de l'origine, à 20° aux fortes étreintes latérales, l'angle de frottement interne déterminé à partir de l'inclinaison α du plan de rupture ne permet pas de retrouver cette variation. La valeur moyenne des angles α mesurés donne un φ moyen de 34° , qui est simplement une valeur intermédiaire entre les deux précédentes.

g) Écrouissage des échantillons.

Il a paru intéressant de chercher dans quelle mesure un essai pouvait avoir une influence sur un autre essai effectué sur la même éprouvette. Il importe tout d'abord de signaler que, dans les essais effectués, nous n'avons jamais vu la rupture par striction se produire à l'endroit où la rupture par compression s'était produite et réciproquement (fig. 31). Ceci, a priori, permet de deviner que l'influence d'un mode opératoire n'est pas sentie dans les essais de l'autre mode et que le couple de résultats obtenu sur une même éprouvette est identique aux résultats obtenus à partir de deux éprouvettes vierges; ceci a d'ailleurs été déjà signalé au début de cette note. Les essais d'écrouissage ont été effectués dans des domaines différents; les cercles de MOHR correspondant aux différents états de rupture sont représentés sur la figure 37. Les différents essais indiqués ont été effectués pour la plupart des cas de figures en agissant uniquement sur la pression latérale ou uniquement sur la contrainte axiale. Nous avons aussi cherché à déterminer l'influence d'un essai de compression (ou de striction) sur un essai ultérieur de même type. Les résultats ne sont pas toujours très concluants et dépendent des déformations qui ont été imposées à l'échantillon lors de la première rupture;

Les chiffres portés sur les figures indiquent l'ordre suivant lequel les essais ont été effectués.

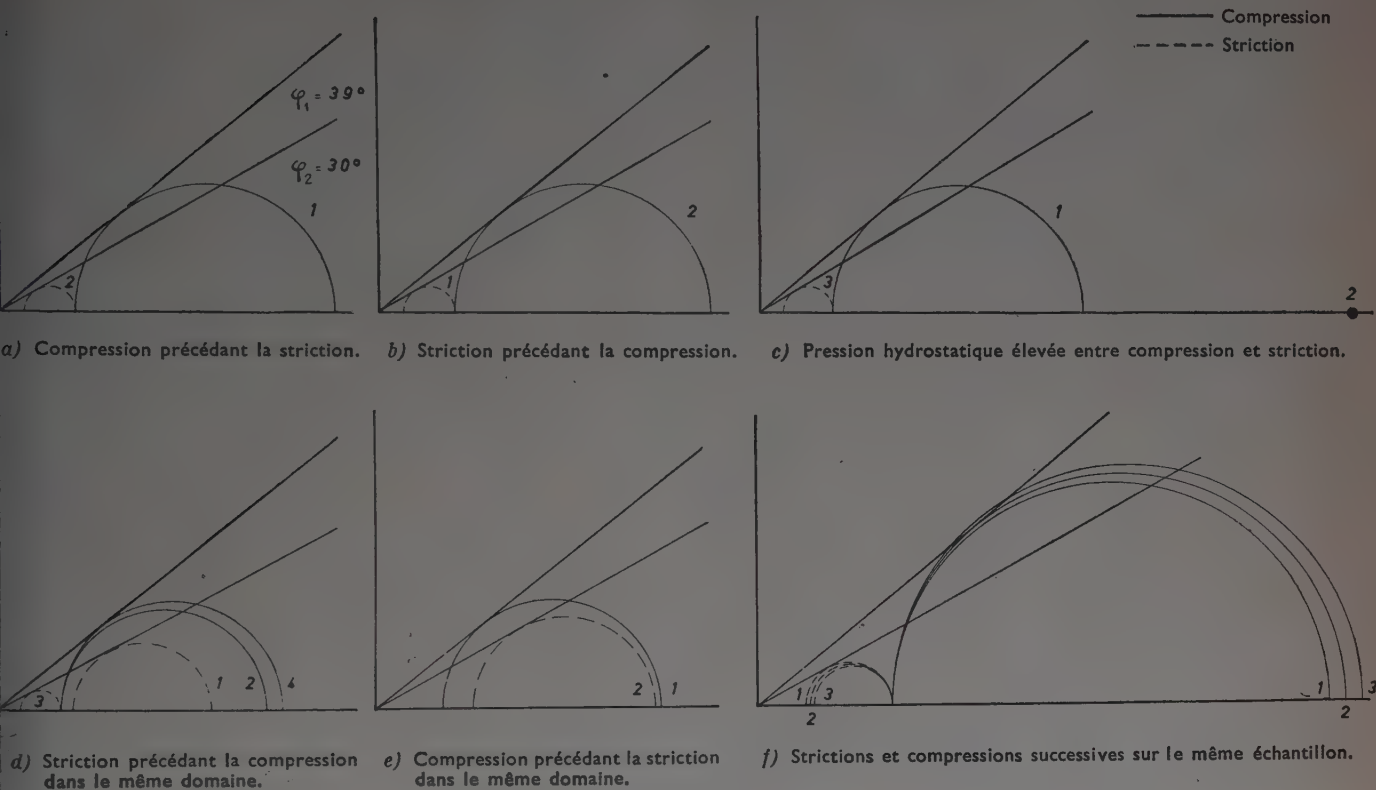


FIG. 37.

d'une façon générale, il semble que, pour les essais de compression, la résistance de l'échantillon augmente; pour les essais en striction les résultats sont moins systématiques et semblent laisser apercevoir une diminution de résistance. Ils dépendent d'ailleurs beaucoup de la façon dont les essais antérieurs ont été conduits. Les figures 28 et 29 indiquent d'ailleurs des variations de volume beaucoup plus brutales, quant à l'augmentation de volume qui précède la rupture, dans le cas de la striction que dans le cas de la compression.

h) Énergie de déformation.

Sur les conseils de M. R. L'HERMITE, directeur des Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics, nous avons cherché à déterminer l'énergie de déformation. Le calcul n'est pas aussi simple que dans le cas d'un matériau élastique puisque les relations entre les contraintes et les efforts ne sont pas linéaires. Il faut utiliser les courbes expérimentales et calculer par sommation l'intégrale

$$W = \int S_l p \, dr + \int S_s N \, dh$$

S_l , surface latérale de l'éprouvette;
 p , pression latérale;
 r , rayon de l'éprouvette;
 S_s , section droite de l'éprouvette;
 N , contrainte axiale;
 h , hauteur de l'éprouvette;

la variation de r étant obtenue à partir de :

$$\frac{dV}{V} = \frac{dh}{h} + \frac{2dr}{r}$$

où tous les termes, sauf dr , sont obtenus expérimentalement. Ceci revient à admettre que l'échantillon se déforme en conservant une forme cylindrique, ce qui semble assez vraisemblable dans un domaine assez large précédant la rupture franche de l'éprouvette.

La figure 38 correspond au cycle effort-déformation indiqué par les figures 28 et 29. On constate que l'allure générale des courbes obtenues est assez voisine dans les essais de striction et de compression. Le premier essai de la figure 38 est un essai de compression. La variation de l'énergie de déformation a évidemment été aussi déterminée sur une éprouvette vierge en commençant par la striction et les résultats obtenus sont analogues à ceux de la figure 38. On repère aisément sur ces courbes un point de concavité maximum assez bien défini, au moins sur les premiers cycles, et correspondant à une valeur inférieure à celle de la rupture de l'échantillon, ainsi que nous l'avons définie au début de cette note. Nous en reparlerons plus loin. Par contre, il est difficile de trouver une relation simple entre la valeur de l'énergie de déformation et les contraintes, ou entre l'énergie de déformation et les déformations, ce qui eût permis de se rattacher à des théories classiques. Signalons enfin que

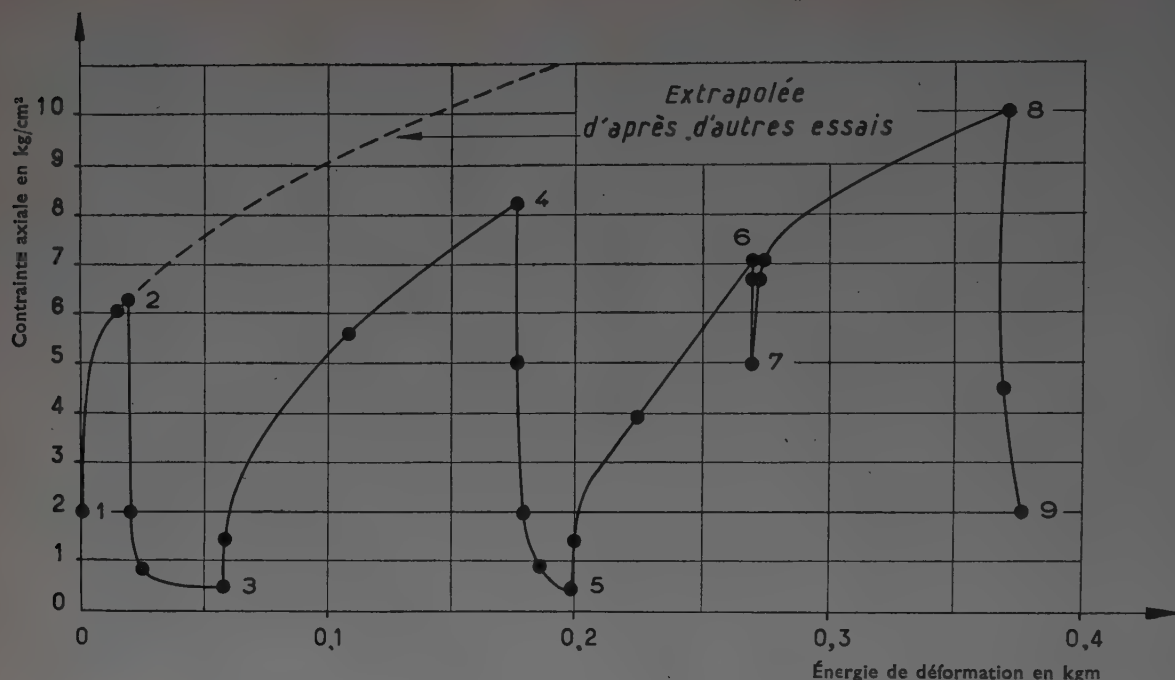


FIG. 38. — Énergie de déformation.

l'énergie de déformation correspondant à la mise en compression hydrostatique de l'éprouvette est extrêmement faible par rapport à celle indiquée par la figure 38, et surtout qu'elle est pratiquement restituée lors de la décompression hydrostatique, à l'inverse de celles qui sont observées lorsque le champ de compression varie d'une façon anisotrope.

4° Exploitation des résultats.

Il nous a paru utile de rassembler les résultats obtenus et de comparer les deux modes de rupture.

Pour caractériser l'état de rupture et les états précédant la rupture, nous disposons dans chaque cas d'un certain nombre d'éléments :

- | | | |
|----------------------------------|---|--|
| État de rupture de l'échantillon | { | Augmentation très rapide des déformations; |
| | | Point de courbure maximum de la courbe effort-déformation; |
| État précédant la rupture. | { | Dans le cas d'essai à vitesse constante : maximum et minimum de l'effort exercé sur l'échantillon. |
| | | Changement du sens de la variation de volume; |
| | | Point de courbure maximum de la courbe énergie de déformation en fonction de la contrainte active. |

Enfin, différents auteurs ont envisagé de caractériser les états précédant la rupture par l'observation des contraintes lorsque la déformation atteint un pourcentage donné de la longueur de l'éprouvette; cette méthode, ne donnant pas de point singulier caractéristique du phénomène de rupture, n'a pas été étudiée systématiquement au cours de nos essais.

On peut envisager pour chaque point caractéristique ainsi défini le cercle de MOHR correspondant à chaque équilibre. On constate alors que les enveloppes de ces

cercles sont sensiblement des droites passant par l'origine que l'on peut caractériser par des angles $\varphi_1, \varphi_2; \varphi'_1, \varphi'_2; \varphi''_1, \varphi''_2 \dots$ les indices 1 étant relatifs aux essais résultant de la superposition d'un état hydrostatique et d'une compression simple, les indices 2 correspondant aux essais résultant de la superposition d'un état hydrostatique et d'une traction simple. Il ne nous est pas possible de donner des valeurs précises pour ces angles, à cause de la dispersion des résultats; mais on constate cependant que, dans tous les essais que nous avons effectués, les angles affectés de l'indice 1 sont supérieurs aux angles affectés de l'indice 2.

Ceci semble indiquer que les deux phénomènes sont différents puisque tous les éléments que nous avons pour caractériser la rupture, ou un état précédant la rupture, correspondent à des états de tension qui ne se déduisent pas les uns des autres par une homothétie dont l'origine serait le pôle.

Il nous a semblé intéressant de chercher à déterminer la surface de stabilité du sable dans les axes N_1, N_2, N_3 (surface de HAIGH). Pour un milieu pulvérulent, cette surface est un cône dont le sommet est à l'origine. Selon une représentation classique, nous avons cherché la forme des sections de cette surface par des perpendiculaires à l'équisectrice (fig. 39). Cette section est un hexagone dans la théorie de MOHR-CAQUOT. Si φ est nul (pour les métaux et les matériaux purement cohérents), cet hexagone est régulier; lorsque φ augmente cet hexagone se déforme et se rapproche du triangle équilatéral que l'on atteindrait pour $\varphi = 90^\circ$. La figure 40 indique l'allure de la section théorique pour $\varphi = 20^\circ$.

La figure 41 indique les résultats que nous avons obtenus expérimentalement par les essais à l'appareil triaxial et les essais de torsion.

On constate que les points de rencontre avec les axes de symétrie de la section plane sont à peu près alignés

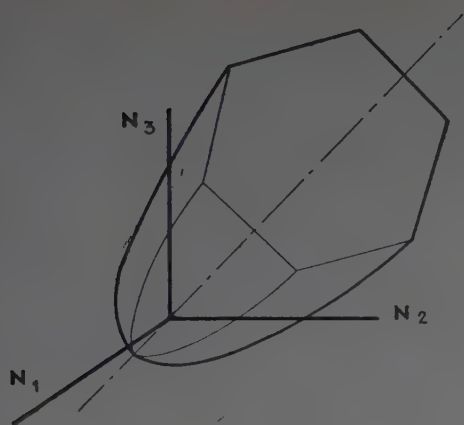


FIG. 39. — Surface de stabilité.

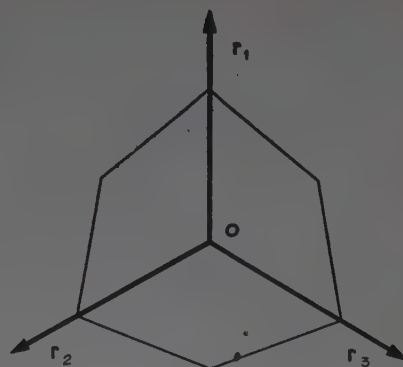


FIG. 40. — Section théorique de la surface de stabilité dans les axes ON_1 , N_2 , N_3 par un plan perpendiculaire à l'équisectrice. — Milieu pulvérulent dans le cas où $\varphi = 20^\circ$.

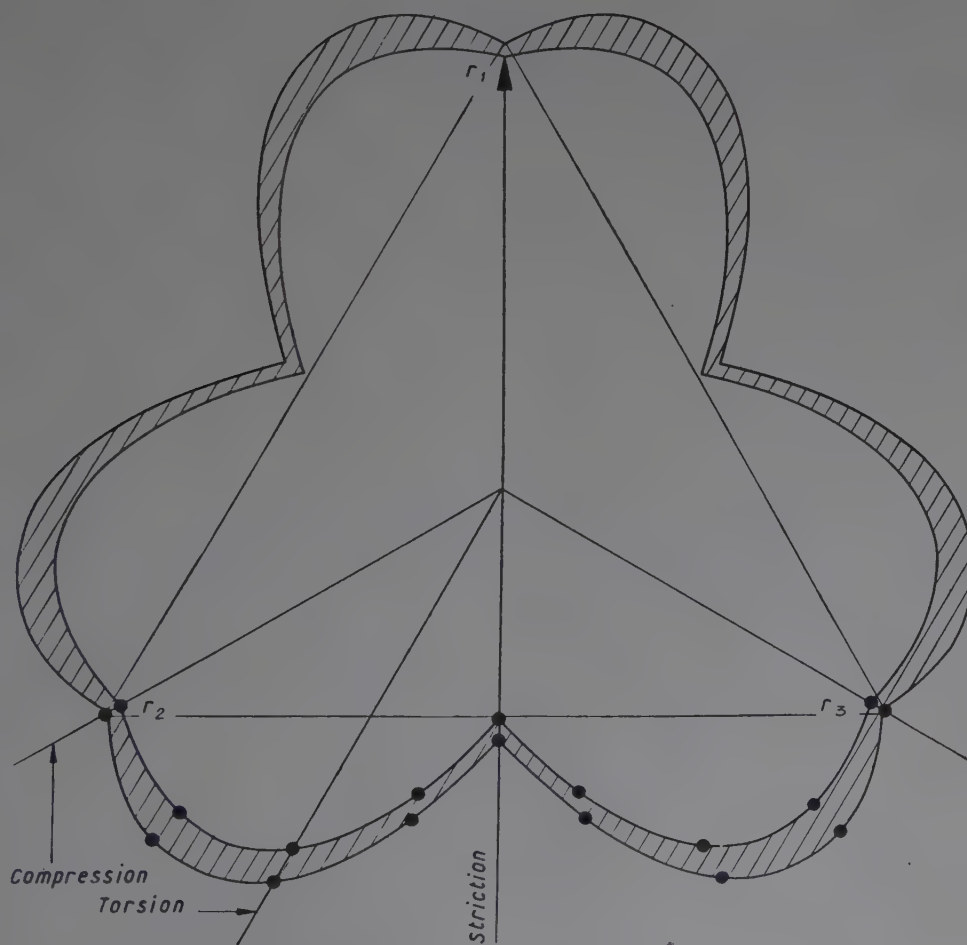


FIG. 41. — Détermination expérimentale de la section de la surface de stabilité et erreur admissible des essais.

trois à trois et forment un triangle équilatéral à l'extérieur duquel se trouve la courbe représentant la section de la surface de HAIGH.

Enfin, nous avons cherché si des essais analogues avaient déjà été effectués. Les essais les plus voisins des nôtres sont ceux qui ont été faits au Laboratoire Fédéral d'Essais des Matériaux, annexé à l'École Polytechnique de Zurich, par MM. ROŠ et EICHINGER. Ces essais étaient effectués sur des éprouvettes cylindriques soumises à des étreintes hydrostatiques latérales et des contraintes axiales. Pour les éprouvettes de ciment pur, lorsque la pression latérale est relativement faible, ainsi que pour les mortiers de ciment lorsque la pression latérale est quelconque, les résultats sont identiques à ceux que nous avons exposés. Pour le ciment pur aux hautes pressions, pour le marbre et la résine artificielle, les résultats sont différents (courbes intrinsèques différentes ou confon-

dues). Il est important de remarquer que le mortier de ciment est le corps qui se rapproche le plus du milieu pulvérulent parmi les matériaux cités et que les résultats sont analogues aux nôtres.

Les essais sur matériaux plastiques de LODE, déjà cités par M. FLORENTIN, ont montré la présence d'un maximum de la résistance à la rupture lorsque la contrainte moyenne est égale à la demi-somme des deux autres contraintes principales.

Un résultat analogue a été mis en évidence par les essais de torsion sur éprouvette de sable.

Enfin, les essais de torsion sur tube de béton, combinés à des compressions et des tractions axiales, étudiés par M. R. L'HERMITE aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics en 1942, ont mis en évidence un phénomène identique.

Conclusion.

Les essais que nous venons de rapporter permettent d'élargir le problème. Ils n'ont évidemment pas la prétention d'avoir épuisé le sujet. Il entre déjà dans le programme de nos essais ultérieurs la mesure de la variation de volume pendant le cisaillement par torsion.

De toutes façons, des essais qui ont été décrits, ainsi que de ceux qui ont été exécutés avec d'autres matériaux, semble se dégager un faisceau de résultats assez bien groupés.

Dans le cas des sables, les résultats obtenus sont certainement dus aux conditions de déplacement des grains qui sont différents suivant les systèmes de contraintes imposés : il est en effet difficile d'envisager des déformations plastiques dans le sable car, jusqu'au voisinage immédiat de la rupture, les éprouvettes se stabilisent à

une position d'équilibre qui ne se rompt définitivement que sous l'influence de la dernière surcharge.

Que se passe-t-il dans un problème plan ? Il est vraisemblable que la contrainte moyenne, dont le constructeur n'est pas maître, doit s'organiser de façon à être égale à la plus faible contrainte par le jeu de la dilatation cubique dont nous avons signalé les étonnantes possibilités, puisque l'on peut envisager, dans certains cas, des coefficients de Poisson supérieurs à 0,5 et des coefficients de Poisson négatifs.

Il n'en est sans doute plus de même lorsque le problème n'est plus à deux dimensions ; c'est le cas de la condition de renard par exemple. Il semble que l'analyse des phénomènes, tels qu'ils se passent dans la nature, doit pouvoir permettre de voir comment les résultats que nous avons obtenus peuvent trouver une utilisation pratique.

BIBLIOGRAPHIE

BAES (L.), *Résistance des Matériaux*. Bruxelles 1934.

BROD (E.), *La courbe intrinsèque de Caquot et l'influence de la contrainte principale moyenne pour les matières fragiles*. Travaux, février 1936.

CHAMBAUD (R.), *Résistance du Béton aux contraintes triaxiales*. Annales de l'I. T. B. T. P., n° 173, février 1951.

GUEST (J. J.), *Research on Combined Stress and anisotropy*. Philosophical Magazine. Londres, 1940.

JENNEY (R.), *A geometrical aspect of Failures Theories*. Civil Engineering, mars 1946.

KOLLBRUNNER et MEISTER, *Hypothèses sur les contraintes*. Mitteilungen über Forschung und Konstruktion im Stahlbau Heft. Nr 1, septembre 1944.

L'HERMITE (R.), *L'expérience et les théories nouvelles en résistance des matériaux*. Dunod 1945. Compte rendu des recherches effectuées en 1942 aux L. B. T. P.

LODE (W.), *Essais sur l'influence de la contrainte intermédiaire sur la limite d'écoulement*. Zeitschrift für Physik, 1926 V. D. I., cahier 303, 1928.

NADAI, *The flow of metals under various stress conditions*. Applied Mechanics Proceeding, 1947.

POSTACIOĞLU, *Remarques sur les conditions d'existence de la courbe intrinsèque*. Istanbul teknik, 1948.

ROŠ et EICHINGER, *Essais pour éclaircir la question du danger de rupture*. Zurich, septembre 1926, juin 1928, février 1929.

Le danger de rupture des corps solides. Zurich, septembre 1949. Sollicitation et danger de rupture des corps solides. Bulletin technique de la Suisse Romande, 8 et 22 octobre 1949.

SIEBEL et MAYER, *Influence de l'état de contrainte sur la capacité de déformation*. V. D. I., 1935.

SIEBEL (E.), *Représentation graphique des propriétés de résistance*. Stahl und Eisen, 1-1-1948.

Nouvelle représentation graphique des états de la matière. V. D. I. Zeitschrift, mai 1948.

STRUCTURAL RESEARCH LABORATORY (Report n° SP. 23). *Shearing Strength of Concrete under Triaxial Stress Computation of Mohr's Envelope as a Curve*.

TORRE, *Influence de la contrainte moyenne principale sur l'écoulement et la rupture*. Österreichisches Ingenieur Archiv, 1945-1946.

TRAVAUX PUBLICS, N° 15



Pont R. N. 94 et drague « Port Bouet » au travail, à l'amont du pont.

**DONZÈRE-MONDRAGON
AMÉNAGEMENT DE LA CHUTE**

AMÉNAGEMENT DE LA CHUTE DE DONZÈRE-MONDRAGON

La **Compagnie Nationale du Rhône** a été chargée par la loi du 27 mai 1921 d'aménager le Rhône à trois points de vue simultanés et indissolubles :

Les forces hydrauliques, l'amélioration de la navigation et les utilisations agricoles de l'eau.

La **Compagnie Nationale du Rhône** est un organisme technique autonome qui a un caractère à la fois coopératif, régional et national ; elle a actuellement pour actionnaires les collectivités publiques de la Vallée du Rhône (Départements, Communes, Chambres de Commerce), le Département de la Seine intéressé par une partie du courant produit par l'aménagement du Rhône, la **Société Nationale des Chemins de Fer** en vue de l'électrification de la ligne Paris-Marseille et l'**Électricité de France**.

La Compagnie a déjà réalisé un premier programme de travaux axé sur l'aménagement de la chute de Génissiat dans les gorges du Haut-Rhône ; cette chute de 65 m alimente une centrale équipée actuellement à quatre groupes qui produit plus de 1 500 millions de kWh en année moyenne, constituant ainsi la plus puissante centrale de l'Europe occidentale.

L'installation d'un cinquième groupe, entré en service en septembre 1951, portera la production à plus de 1 600 millions de kWh en année moyenne.

Le deuxième programme de la Compagnie comprend l'aménagement de la chute de Donzère-Mondragon et la construction à Seyssel d'une usine accolée au barrage de compensation de Génissiat qui produira entre 150 et 200 millions de kWh par an selon les nécessités de cette compensation.

RÉSUMÉ

L'aménagement de la chute de Donzère-Mondragon fait partie du programme général d'équipement de la vallée du Rhône dans le triple but de l'amélioration de la navigation, de l'irrigation et de la production d'électricité. Les travaux de Donzère-Mondragon comportent essentiellement : la construction d'un barrage de retenue de 240 m avec passe navigable de 45 m équipée d'une vanne à segment d'une seule portée, une prise d'eau double et deux passes munies chacune d'un barrage de garde, un canal de 28 km, avec une section mouillée de 1 180 m², une usine à six groupes de 50 000 kW, un déchargeur à six pertuis accolé à l'usine, une écluse de 195 m. La hauteur de chute disponible variera de 19 à 26 m suivant la cote des eaux et l'usine pourra fournir 2 milliards de kWh par an. Il a fallu construire également d'importants ouvrages annexes pour le rétablissement des communications et l'écoulement des eaux. Les travaux ont commencé en octobre 1947 et le premier groupe turbo-alternateur sera mis en service en 1952. Pour tenir les délais très courts qui leur étaient impartis, les entreprises ont fait sur les chantiers un emploi massif d'engins mécaniques, dont certains très puissants.

SUMMARY

The harnessing of the fall of Donzère-Mondragon forms part of the general installation program of the Rhone Valley which has the threefold purpose of navigation, irrigation and electrical generation. The works at Donzère-Mondragon comprise, mainly : the construction of a dam 800 feet wide with a navigable pass of 150 feet fitted with a single-bay sector gate, one double water intake and two water passes provided with a dam each, a canal 17,5 miles long with a wetted section of 1 180 sq. metres, a power station with 6 sets of 50 000 kW each, a discharge with six sluices forming part of the power station structure, and a 650 foot lock. The available head will vary from 63 to 86 feet according to the water level and the station will be capable of providing 2 000 million kWh per annum. Substantial ancillary works had to be undertaken to re-establish communications and the flow of water. Work began in October 1947 and the first turbo-alternator set will be put into operation in 1952. To complete construction in the short period available, the contractors concerned made very considerable use of mechanical plant, some of which was extremely powerful.

Enfin, un troisième programme démarrera dès que les circonstances financières le permettront. Il comprend deux nouveaux aménagements : l'un sur le Haut-Rhône, avec barrage et usine à Sault-Brenaz, produira en moyenne 260 millions de kWh annuels et permettra de parfaire la compensation des éclusées de Génissiat ; l'autre, sur le Bas-Rhône, avec dérivation dans la plaine de Montélimar, et usine près de Châteauneuf-du-Rhône, produira environ 1 500 millions de kWh en année moyenne.

L'aménagement de la chute de plus de 20 m comprise entre Donzère et Mondragon constitue la partie la plus importante du deuxième programme de la **Compagnie Nationale du Rhône**.

C'est le premier des quatre aménagements par longue dérivation prévu sur le tiers central du Rhône ; la partie aval de ce tiers central qui offre les plus grandes facilités d'équipement a été choisie pour être aménagée en premier lieu.

Cet aménagement répond particulièrement à la triple mission de la **Compagnie Nationale du Rhône**.

Il permettra d'alimenter une centrale hydraulique (**Centrale André Blondel**) comprenant six turbines à hélices, à pales mobiles de 70 000 ch absorbant chacune 255 m³/s et entraînant à la vitesse de 107 tr/mn six alternateurs de 50 000 kW qui fournissent du courant à la tension de 10 500 V.

Le courant sera transporté à cette tension jusqu'à un poste de transformation situé à quelques centaines de mètres de l'usine où la tension sera élevée à 60 000 V pour l'alimentation ultérieure de la voie ferrée Lyon-Marseille électrifiée et à 220 000 V, tension du super-réseau français.

La production annuelle moyenne de l'usine sera de 2 milliards de kWh, soit plus d'un sixième de la production hydraulique totale de la France en 1949, et près de 50 % de cette énergie seront produites en hiver.

L'aménagement de Donzère-Mondragon aura aussi des conséquences très favorables pour la navigation rhodanienne qui pourra emprunter une dérivation éclusée longue de 28 km, permettant d'éviter un parcours de 31 km sur le fleuve sur une section où la navigation est particulièrement malaisée, la pente atteignant 80 cm/km et le chenal étant particulièrement difficile.

Enfin, du point de vue agricole, la construction du canal de Donzère-Mondragon, tout en améliorant d'une façon considérable le régime des irrigations dans la région d'Orange, est assortie d'un ensemble de mesures intéressant les agriculteurs et même d'un plan de remembrement.

La construction des ouvrages nécessaires à la réalisation de l'aménagement de Donzère-Mondragon nécessite la mise en œuvre de 800 000 m³ de béton et l'exécution de plus de 50 millions de m³ de déblais, soit la moitié des déblais qui ont été nécessaires au percement de l'isthme de Suez.

C'est actuellement le plus grand chantier de terrassement de l'Europe occidentale. On y utilise notamment :

- 21 grosses pelles ;
- 34 engins automobiles de terrassement ;
- 84 tombereaux-automobiles à grande capacité ;
- 10 grands draglines ;
- 6 excavateurs terrestres ;
- 5 dragues « type marine » pouvant débiter chacune 10 000 m³/j.

Le nombre des ouvriers qui était de près de 7 000 en juillet 1950 était encore de 5 000 environ en juillet 1951 ; 33 % sont logés avec leur famille dans des cités provisoires construites par la **Compagnie Nationale du Rhône**.

L'EXÉCUTION DES TRAVAUX D'AMÉNAGEMENT DE LA CHUTE DE DONZÈRE-MONDRAGON

L'aménagement de la chute de Donzère-Mondragon comporte essentiellement les ouvrages suivants :

Un barrage de retenue sur le Rhône;

Les ouvrages d'entrée comprenant une prise d'eau double et deux passes munies chacune d'un barrage de garde;

Un canal de 28 km, soit 17,300 km pour le canal d'amenée et 10,700 km pour le canal de fuite. La section

mouillée est de 1 020 m² correspondant à une vitesse moyenne de 1,30 m/s.

Une usine comprenant six groupes turbines alternateurs d'une puissance unitaire de 50 000 kW;

Un déchargeur à six pertuis accolé à l'usine :

Une écluse de 195 m × 12 m permettant à la navigation de franchir la chute en une seule manœuvre.

Les ouvrages sont prévus pour un débit maximum de 1 530 m³/s correspondant au débit moyen du Rhône, effectivement obtenu pendant 7 mois par an.

Le barrage de retenue relève les eaux à 5 m au-dessus de l'étiage et à 2 m au-dessous de la cote atteinte par la plus forte crue connue.

La chute disponible à l'usine variera de 19 m en crue exceptionnelle à 26 m en étiage.

La puissance fournie par l'usine variera de 100 000 kW en étiage à 280 000 kW en hautes eaux. L'énergie fournie en année moyenne s'élèvera à 2 milliards de kWh, soit environ le 1/6 de l'énergie hydraulique produite pendant l'année 1949 qui fut, il est vrai, une année de très mauvaise hydraulicité.

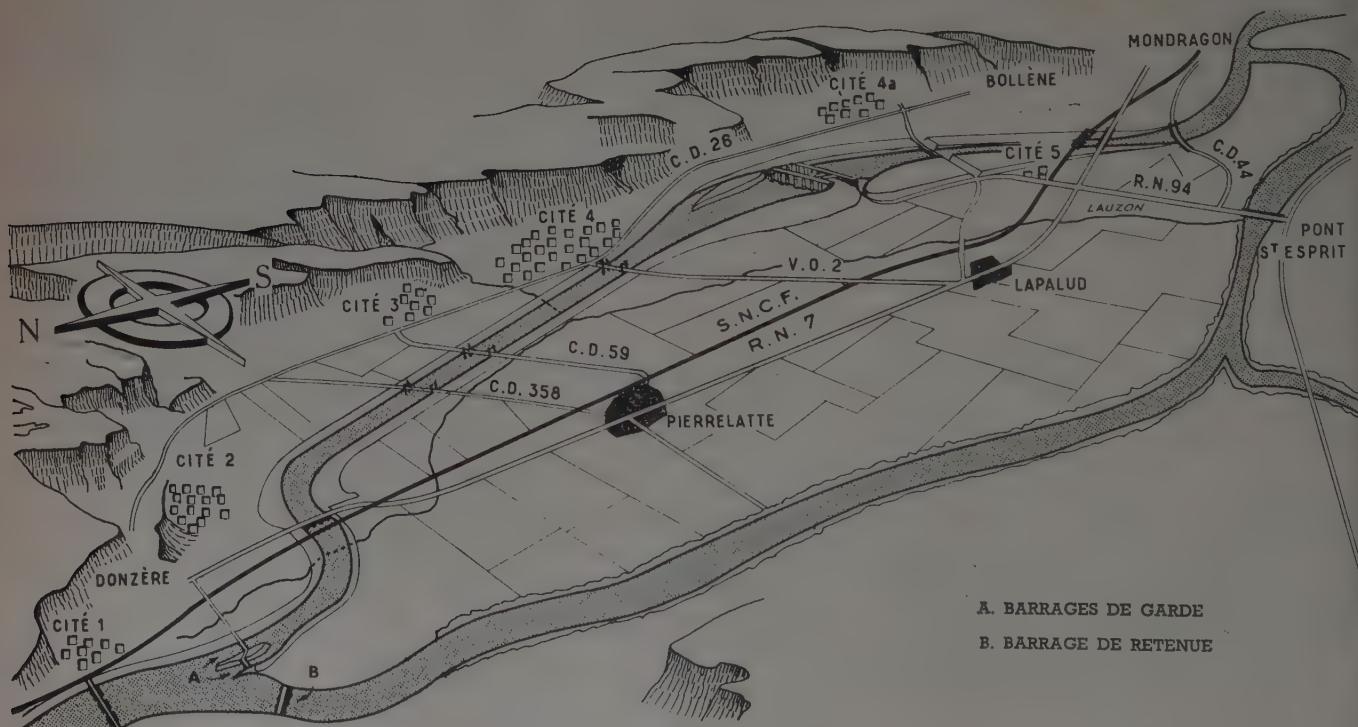


Fig. 1. — Perspective d'ensemble.

Les ouvrages annexes nécessaires pour le rétablissement des communications et l'écoulement des eaux comprennent :

- | | |
|---|--|
| 2 ponts-rails sur la ligne Paris-Marseille ; | 5 + 306 pour le déversement de la « Berre », les deux autres aux Pt km 17 + 040 et 18 + 015 à l'amont et à l'aval de l'usine pour le déversement du « Lauzon » ; |
| 8 ponts routiers dont 3 sur routes nationales avec les déviations de routes correspondantes ; | 3 siphons inversés situés aux Pt km 4 + 145, 11 + 316, 12 + 750. |
| 3 déversoirs, l'un sur le canal d'amenée au Pt km | |

Le système des canaux de contrôle de la nappe phréatique dénommés contre-canaux dans la région du canal d'amenée et canaux de réalimentation dans la région du canal de fuite.

L'exécution des travaux commencés en octobre 1947 est actuellement largement entamée et permet de prévoir que le délai très court de 4 ans 3 mois fixé pour la construction du canal et des ouvrages annexes sera respecté, compte tenu des retards entraînés par les grèves. La construction du bloc Usine-Déchargeur-Écluse se poursuit parallèlement, de telle sorte que le premier groupe pourra être mis en service dans le cours du premier semestre 1952.

En 1947, les travaux du canal et du bloc Usine-Déchargeur-Écluse ont été confiés par la **Compagnie Nationale du Rhône** à un Groupement composé des Entreprises suivantes :

- | | |
|--|---|
| Société Française d'Entreprises de Dragages et Travaux Publics ; | Entreprises Léon Ballot ; |
| Entreprises de Grands Travaux Hydrauliques ; | Société de Construction des Batignolles ; |
| Société Anonyme des Anciennes Entreprises Léon Chagnaud ; | Société de Dragages, Dérochages et Transports ; |
| Établissements Billiard ; | Compagnie d'Entreprises Hydrauliques et de Béton Armé ; |
| Société anonyme des Entreprises A. Monod ; | Entreprises Industrielles et de Travaux Publics ; |
| Entreprises Ossude et Blanc ; | Établissements Schmid, Bruneton, Morin. |

Les travaux du barrage de retenue étaient adjugés d'autre part à une participation **Grands Travaux de Marseille — Joya-Chabert**.

Le Groupement d'Entreprises chargé des travaux autres que ceux concernant le barrage de retenue a créé la **Société Auxiliaire de Coordination des Travaux d'Aménagement du Rhône à Donzère** (Drôme). S. A. R. L. qui a pour mission :

- 1° De représenter le Groupement auprès du Maître de l'Œuvre, la **Compagnie Nationale du Rhône** ;
- 2° De coordonner l'action des Entreprises, en particulier, en répartissant les travaux entre elles ;
- 3° De créer et gérer les services et installations communes qui sont principalement :
 - Les cités ouvrières capables d'assurer le logement de plus de 5 000 ouvriers.
 - Le réseau électrique de chantier qui distribue une puissance de près de 10 000 kVA sur 28 km.
 - Le service de transport des ouvriers.
 - Les ateliers et magasins généraux constituant un centre industriel particulièrement important.

BARRAGE DE RETENUE DE DONZÈRE

GRANDS TRAVAUX DE MARSEILLE — JOYA-CHABERT

AVANT-PROPOS

Parmi les problèmes soulevés par l'aménagement de la chute de Donzère-Mondragon, les moindres ne sont pas ceux correspondant à la construction du barrage de retenue.

A la fois verrou posé en travers du Rhône et clef de commande des installations, cet ouvrage, de 240 m de longueur, peut paraître, à première vue, peu important par rapport à l'étendue du canal.

Un examen plus poussé met en évidence des particularités, telles que la passe navigable de 45 m équipée d'une vanne à segment d'une seule portée, qui en font en réalité un ouvrage audacieux, bien à l'échelle de l'ensemble des installations.

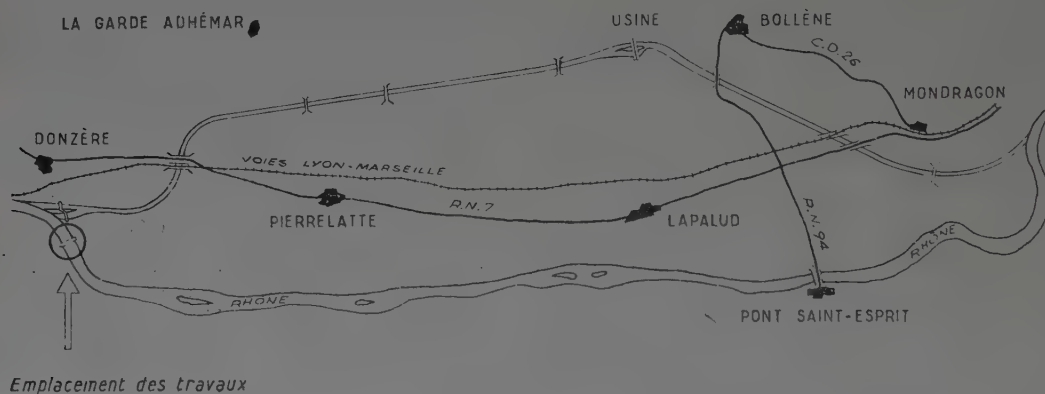


Fig. 2. — Emplacement des travaux.

Déjà intéressant par son importance fonctionnelle, il offre à l'ingénieur le puissant attrait de difficultés de chantier sans cesse renouvelées et l'obligation de mettre au point sur le tas les procédés d'exécution adaptés aux circonstances du moment.

Il s'agit de maîtriser le Rhône en vue de le canaliser ; en raison du débit moyen de 1 600 m³/s et des brusques sautes d'humeur du fleuve, dont les crues portent fréquemment le débit à 6 000 m³/s et peuvent atteindre 10 000 m³/s, l'entreprise doit pouvoir être en mesure de parer à tous instants à de graves difficultés susceptibles de compromettre l'exécution de plusieurs mois de travail.

Le principe de l'aménagement d'une chute à canal usinier offre la possibilité de choisir, le long du canal, l'emplacement le plus favorable à la construction de l'usine et des écluses, ce dont la Compagnie Nationale du Rhône n'a pas manqué de se servir ; grâce à quoi l'usine André Blondel et les écluses reposeront sur un banc rocheux découvert à quelque 13 km du point de rentrée des eaux du canal dans le Rhône ; cette facilité ne joue pas pour le barrage de retenue dont la position est imposée par les grandes lignes du projet et se trouve à près de 1 km à l'aval du débouché du défilé de Donzère (fig. 2).

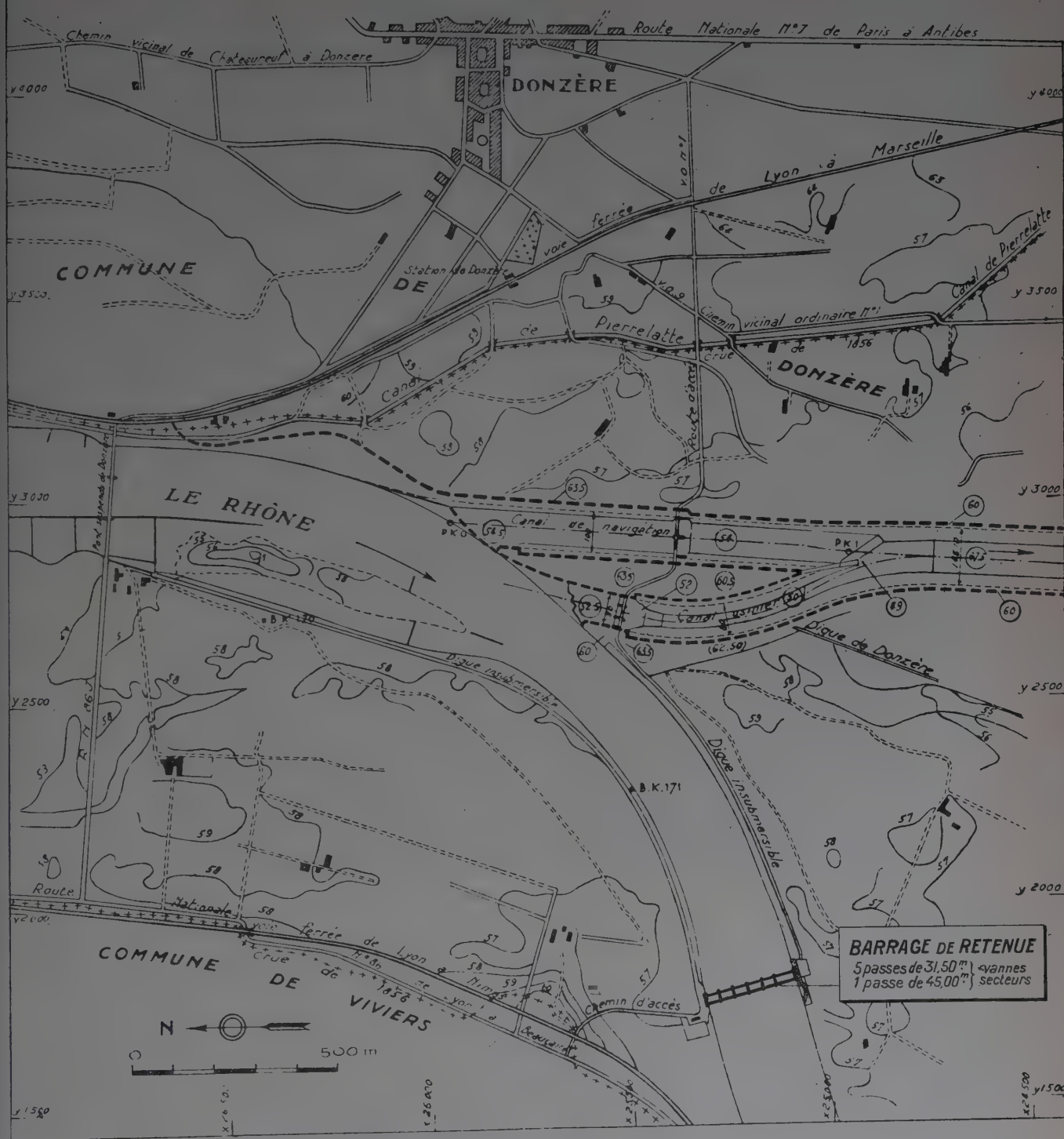


Fig. 3. — Plan de situation.
 Position relative du barrage de retenue et de l'origine du canal.

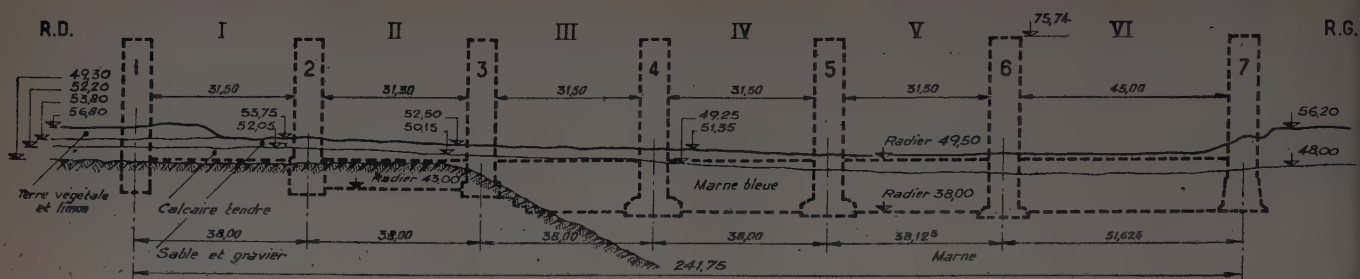


Fig. 4. — Coupe transversale géologique du lit du Rhône à l'emplacement du barrage.

Les conditions géologiques n'y sont pas très engageantes : à partir de la rive droite et sur le tiers de sa largeur environ, le lit du fleuve repose sur un banc de rocher calcaire qui s'enfonce en pente rapide sous les alluvions constituant le reste du lit et supportées par des couches d'argile et de marne bleue dangereusement vulnérables aux affouillements (fig. 4).

Le resserrement du lit dû aux encombrements inévitables nécessités par les travaux y provoque des courants très rapides, la faible hauteur des berges permet des inondations fréquentes (fig. 5) et les vents y sont très violents.



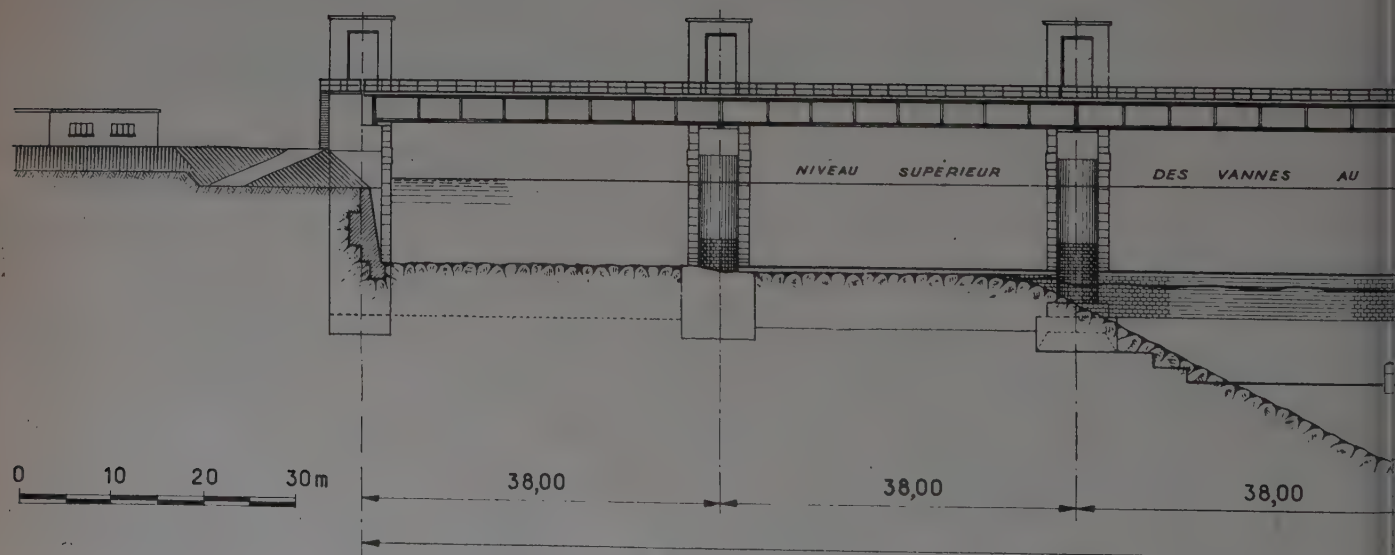
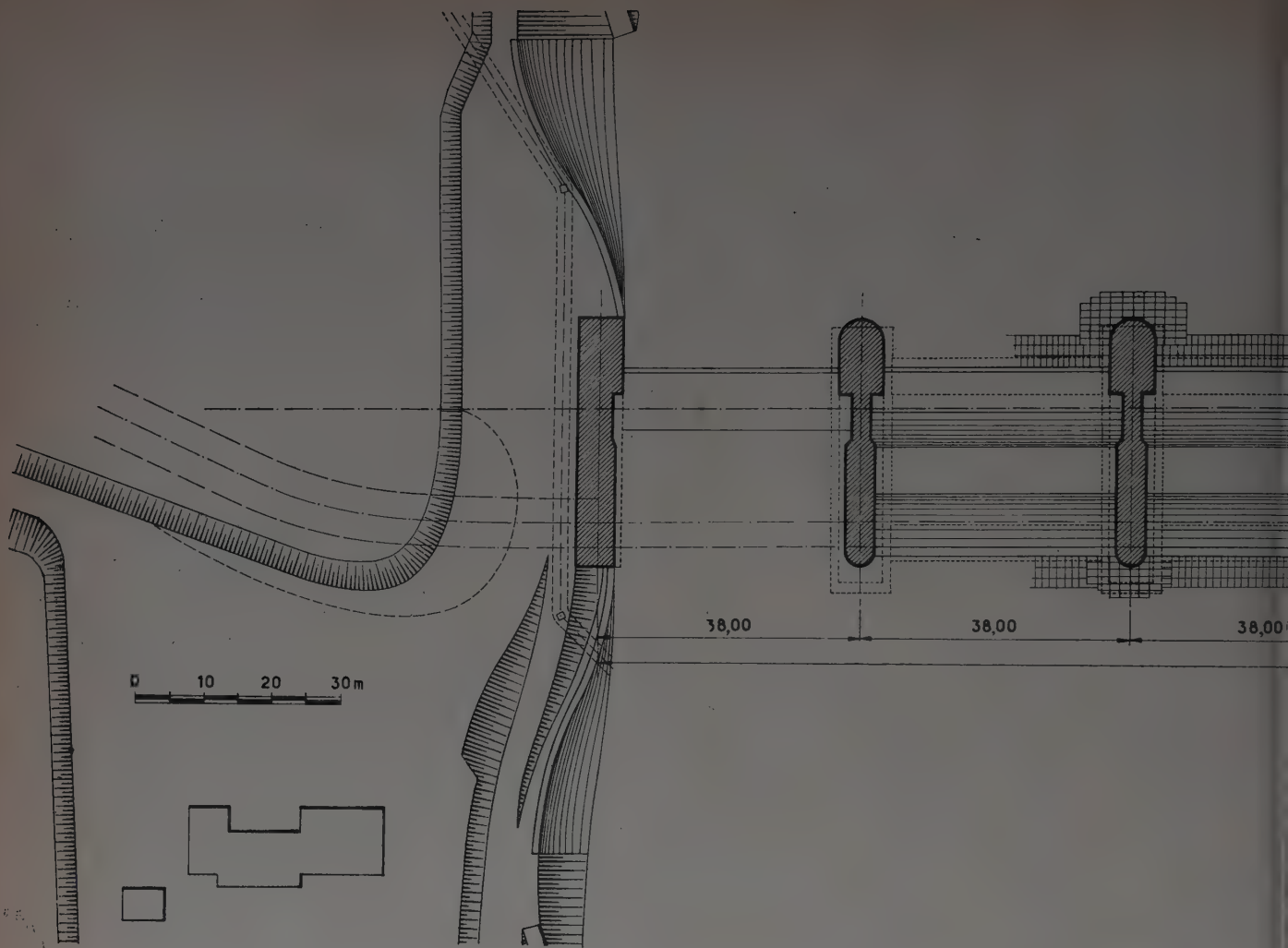
(Photo A. Suain.)

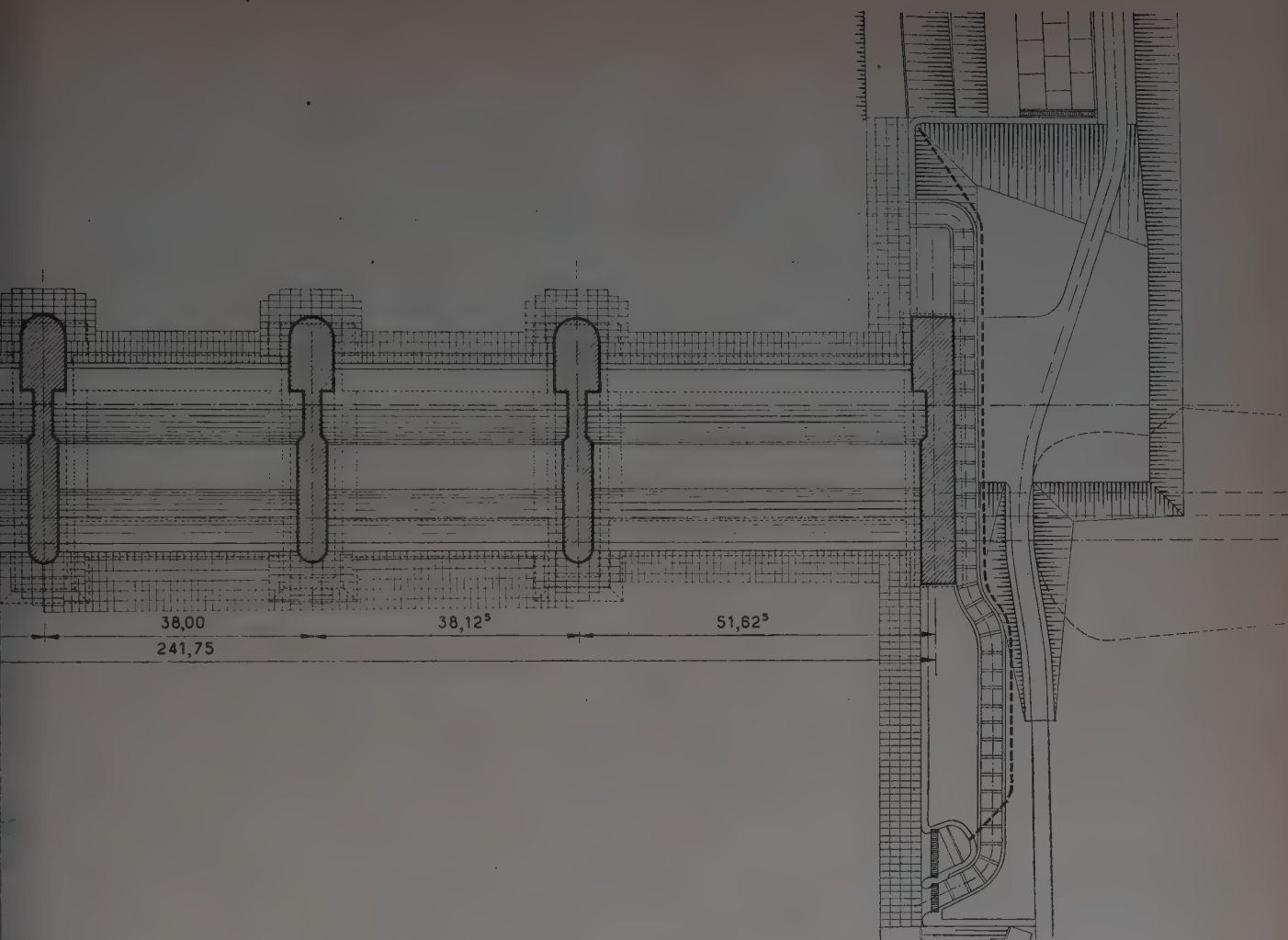
 Fig. 5. — Vue du chantier pendant une crue de 6 000 m³/s. Novembre 1950.

Enfin des sujétions d'un autre genre sont dues à la nécessité de ne pas entraver la navigation pendant toute la durée des travaux.

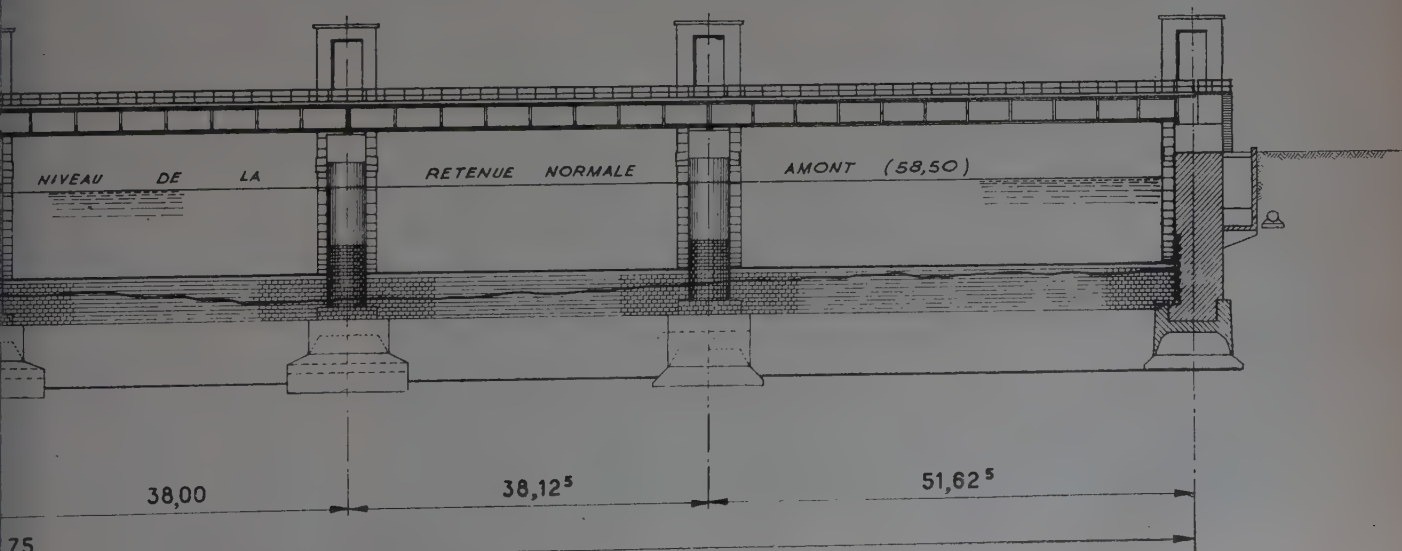
Pour mener à bien les études et l'exécution de l'ouvrage il a fallu recourir à des techniques variées : sondages de reconnaissance combinés à des essais géotechniques « in situ » exécutés dans un caisson provisoire à l'air comprimé qui ont permis de mettre à contribution les théories récentes de la mécanique des sols ; essais sur modèle réduit qui ont servi à déterminer les meilleures formes des radiers et des piles et les dispositions à prendre pour les différentes phases de travaux en vue d'éviter des affouillements excessifs et sans interrompre la navigation ; exécution des fondations à l'air comprimé ou à l'air libre suivant les conditions locales de la partie d'ouvrage à fonder ; dispositions de protection contre l'envahissement des eaux en rapport avec la gravité des risques à courir.

Ce qui suit résume les caractéristiques de l'ouvrage, et donne quelques indications sur les conditions d'exécution, l'organisation, les installations de chantier et l'avancement des travaux.





amont du barrage.



aval du barrage.



(La Photothèque.)

Fig. 9. — Vue d'ensemble du barrage terminé. D'après la maquette.

Les figures 6, 7 et 8 représentent les vues en plan, en élévation et la coupe en travers de l'ouvrage.

L'exécution d'une maquette du barrage a permis, bien avant son achèvement, d'en faire des vues en perspective qui sont représentées sur les figures 9 et 10.

Le barrage permettra de relever le plan d'eau à l'amont d'une hauteur de 5 m. Sur les deux rives, il est complété par des murs amont et aval de protection des berges, raccordés aux culées.

Une échelle à poissons contourne la culée de rive gauche.

CONDITIONS DE RÉALISATION

L'ouvrage est implanté à la sortie d'une courbe relativement accentuée (fig. 11) qui déporte le courant sur la rive gauche, c'est-à-dire du côté où le lit est affouillable.

Des crues ordinaires atteignant 6 000 m³/s peuvent survenir à toute époque de l'année et

le rétrécissement apporté à leur débouché d'écoulement à l'emplacement des chantiers donne une importance toute spéciale aux dangers d'affouillements, la sanction d'une erreur de conception dans la conduite des travaux étant la destruction des enceintes de protection destinées à isoler les travaux à exécuter dans le lit du fleuve.



(La Photothèque.)

Fig. 10. — Vue partielle du barrage terminé. D'après la maquette.

De nombreux essais sur modèle réduit ont été nécessaires pour résoudre les problèmes posés par cette sujétion pour chaque phase d'exécution des travaux.

Ces essais ont été réalisés sur un modèle à l'échelle du 1/60 au **Laboratoire National d'Hydraulique de Chatou**, dépendant d'**Électricité de France**.

Quant à la navigation montante, malgré toutes les précautions prises, à la suite de ces essais, pour canaliser le fleuve dans chaque cas, elle n'a pu être assurée en périodes de hautes eaux navigables, que grâce à l'installation d'un toueur puissant qui hale les bateaux sur le parcours de franchissement du chantier.

Aussi judicieuses qu'aient été les formes des enceintes de protection nécessaires à l'exécution des travaux au cours des phases successives, les perturbations dans la tenue du lit du fleuve, qui se sont produites à l'aval des chantiers du fait des travaux, ont nécessité soit des dragages pour maintenir un tirant d'eau suffisant pour les bateaux, aux époques de très basses eaux, soit des consolidations du lit du fleuve par gabions immergés pour éviter des affouillements trop importants susceptibles d'entraîner la concentration de courants difficilement franchissables en période de hautes eaux.

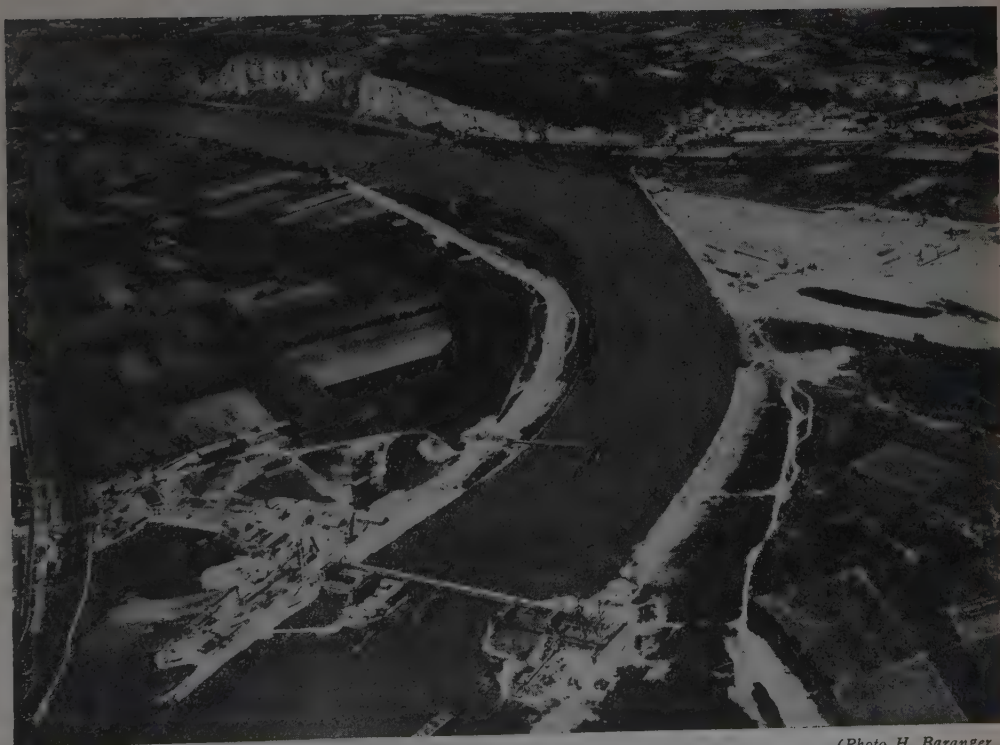
CITÉ ET INSTALLATION DES CHANTIERS

Pour loger le personnel, les ressources locales étant à peu près nulles, il fut édifié une cité provisoire, avec bâtiments-dortoirs pour les ouvriers célibataires, bâtiments à l'usage des familles, hôtel pour les cadres célibataires, école, coopérative, cantine, buanderie, bâtiment de douches, etc.

Les installations de chantier ont été édifiées sur une plate-forme de 50 m de largeur remployée sur la rive droite à travers le champ d'inondation du Rhône (fig. 5 et 12).

Cette plate-forme, destinée à recevoir les installations générales des chantiers : bureaux, magasins, ateliers, centrale de compression haute et basse pression, installations de lavage, criblage et concassage pour les matériaux à béton, centrale de fabrication du béton, parcs à approvisionnements, etc., était indispensable pour mettre les installations à l'abri du niveau des crues ordinaires.

Un embranchement à voie normale fut construit pour permettre la liaison des installations de chantier avec la ligne S. N. C. F. de la rive droite du Rhône.



(Photo H. Baranger.)

Fig. 11. — **Vue aérienne des chantiers**, montrant la courbe du Rhône à la sortie du défilé de Donzère.



(Photo H. Baranger.)

Fig. 12. — Vue aérienne des chantiers. Juin 1950.

Une estacade sur pieux battus en rivière à partir de la rive droite sert d'appontement au matériel flottant de dragage des matériaux à béton extraits du lit du fleuve.

Des tapis transporteurs sur estacades terrestres permettent l'amenée de ces matériaux, d'abord à un parc de stockage puis, après reprise en tunnel, à la station de lavage, criblage, concassage, et enfin à la centrale de fabrication des bétons.



(Photo A. Suain.)

Fig. 13. — Derricks et sonnettes en action.

Un pont provisoire de 260 m de longueur, dont le tablier surélevé laisse un tirant d'air suffisant pour le passage de la navigation, fut lancé à travers le fleuve pour accéder aux chantiers en rivière et faciliter les communications d'une rive à l'autre.

Quatre blondins à pylônes oscillants de 300 à 360 m de portée enjambant le fleuve furent montés pour la desserte des chantiers.

Un matériel de battage terrestre et flottant très important fut mis en outre à la disposition du chantier pour la construction des enceintes de protection (fig. 13).

EXÉCUTION DES TRAVAUX

Les chantiers furent ouverts à fin mars 1948. Les premières opérations consistèrent en sondages de reconnaissance menés parallèlement à des essais géotechniques exécutés à l'intérieur d'un caisson provisoire à l'air comprimé, en vue d'obtenir une connaissance aussi approfondie que possible de la nature du lit du fleuve. Il fut procédé en outre au remblaiement de la plate-forme insubmersible destinée à recevoir les installations des chantiers : bureaux, ateliers, magasins, etc..., à la construction du raccordement à voie normale et à l'édification de la cité pour le logement du personnel.

L'exécution proprement dite des ouvrages fut attaquée, au milieu de 1948, par le montage des installations et l'exécution proprement dite des ouvrages, attaquée au milieu de 1948, par les terrassements de la première passe du barrage, sur la rive droite, qui élargirent le lit mineur du fleuve, puis par la construction d'une enceinte de protection constituée d'une digue étanchée par un batardeau en palplanches métalliques qui devait permettre d'exécuter à ciel ouvert la culée de rive droite, la première pile en rivière et le radier de cette première passe.

Les travaux de cette première partie de l'ouvrage à exécuter en contre-bas du niveau du fleuve étaient suffisamment avancés au printemps 1949 pour permettre l'enlèvement de l'enceinte de protection et la mise en eau de la passe, ce qui a permis d'assurer un débouché complémentaire pour l'écoulement des crues, compensant ainsi, dans une certaine mesure, les encombrements inévitables du lit mineur pour la poursuite des travaux.

Les travaux sur la rive gauche furent attaqués dès le début de l'année 1949 par la construction, à l'abri d'un rideau de protection en palplanches métalliques, des caissons en béton armé pour les fondations de la culée de cette rive et du premier tronçon du mur de raccordement aval à la berge.

Le fonçage à l'air comprimé de la culée jusqu'à la cote 38,00, soit jusqu'à 14,50 m en contre-bas du niveau minimum des eaux du fleuve, a été achevé en novembre 1949.

En raison de la dissymétrie du profil en travers du lit du fleuve, des méthodes différentes furent adoptées pour la mise en place des caissons métalliques nécessaires à l'exécution à l'air comprimé des fondations des piles en rivière, de même que pour l'établissement des enceintes de protection destinées à permettre de construire à ciel ouvert les radiers des passes.

Les forts courants, qui correspondent également aux grandes profondeurs, étant rejetés vers la rive gauche et l'automne 1949 ayant été très sec, il a été possible de faire le montage du caisson métallique pour les fondations de la pile 3 sur une île créée artificiellement en remblai dans le lit du fleuve et d'encastrer ce caisson dans le sol sans autre protection.



(Photo A. Suvin.)

Fig. 14. — Exécution du radier entre deux piles.

Les basses eaux de l'hiver 1950 permirent d'isoler rapidement les travaux à exécuter pour la passe II, au moyen de deux digues jetées à l'amont et à l'aval de la passe entre les extrémités des piles 2 et 3. Ces digues furent aussi étanchées par un rideau en palplanches métalliques battues au travers des remblais. L'achèvement des parafeuilles et du radier, fondés encore sur du rocher comme ceux de la passe I, permirent la mise en eau de cette passe II en août 1950.

Le caisson de fondation de la pile 4, déjà voisine du milieu du fleuve et des grandes profondeurs, a été monté sur un plancher reposant sur un échafaudage monté sur des pieux en fers à larges ailes battus en rivière et protégés contre l'action des crues par un guideau en palplanches métalliques en forme de V dont le sommet était assuré par la pilette de support de la passerelle provisoire fondée à l'air comprimé.

Selon le procédé classique, le caisson, après achèvement de son montage, est suspendu à l'échafaudage au moyen d'une batterie de vérins à vis qui permettent sa descente dans le lit du fleuve par passes successives et son échouage.

Le fongage à l'air comprimé du caisson entrepris aussitôt après l'échouage nécessita 6 mois de travail : de janvier à fin juin 1950.

Les fermetures amont et aval de la passe III entreprises pendant les basses eaux de septembre 1950, de la même manière que celles des passes I et II ont permis d'attaquer l'exécution des fouilles du radier dès la fin d'octobre.

L'exécution des travaux de cette passe a été achevée à fin février 1951 malgré le retard apporté par une inondation de l'enceinte de protection due à la crue du 13 novembre 1950.

Les grandes difficultés ont commencé avec l'exécution de la grande passe de 45 m de la rive gauche (rive convexe).

Étant donné la grande profondeur du lit du fleuve (environ 6 à 7 m sous le niveau d'étiage) à l'emplacement de la pile 6 et sa situation dans le courant le plus violent, il fut jugé imprudent d'envisager, comme pour la pile 4, la construction d'un échafaudage de grande hauteur sur pieux battus dans un sol de nature affouillable, pour le montage d'un caisson métallique de grandes dimensions $38 \times 8,75$ m, pesant 105 t et assurer, de cette manière, son échouage.

On préféra construire un énorme portique reposant sur deux pontons flottants écartés de la largeur nécessaire à la descente du caisson.



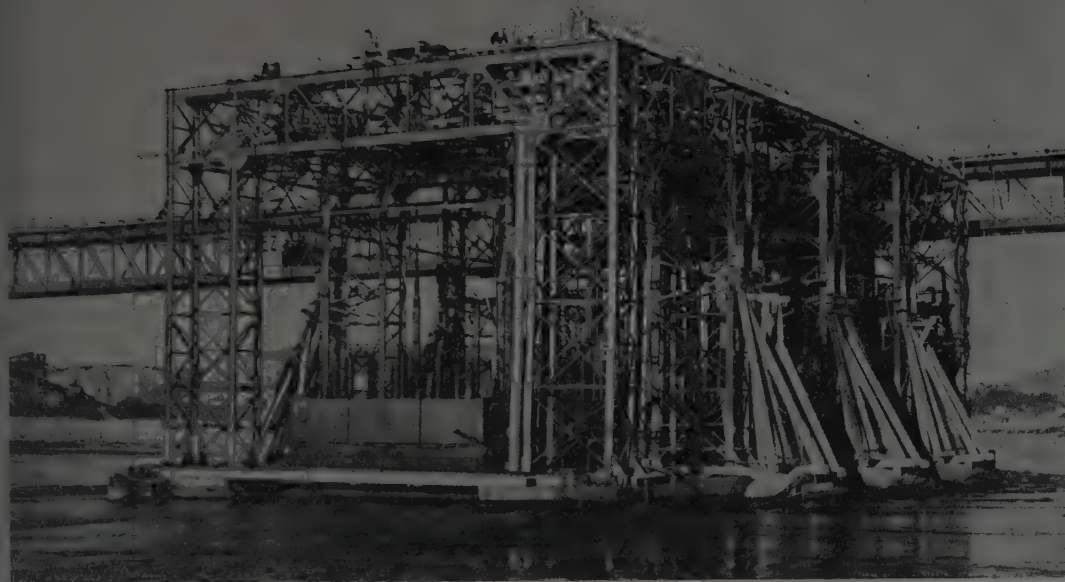
Fig. 15. — Portique flottant d'échouage de caisson. En cours de montage.

Cet ensemble flottant étant amarré à la rive, le montage du caisson à échouer s'effectue sur un plancher mobile reliant les deux pontons.

Le procédé consiste à amener ensuite tout l'ensemble flottant à l'emplacement d'échouage et à l'amarrer. Puis le caisson est suspendu aux poutres supérieures des portiques par une batterie de vérins à vis, comme pour le caisson de la pile 4, qui permettent enfin l'enlèvement du plancher et l'échouage progressif du caisson au fond du fleuve (fig. 15 et 16).

Les opérations de fongage à l'air comprimé entreprises dès l'échouage du caisson à son emplacement définitif, vers la mi-octobre 1949, furent terminées, y compris le travail en sous-œuvre, à fin mai 1950.

Fig. 16. — Portique flottant d'échouage de caisson. Descente du caisson.



(Photos A. Suain.)

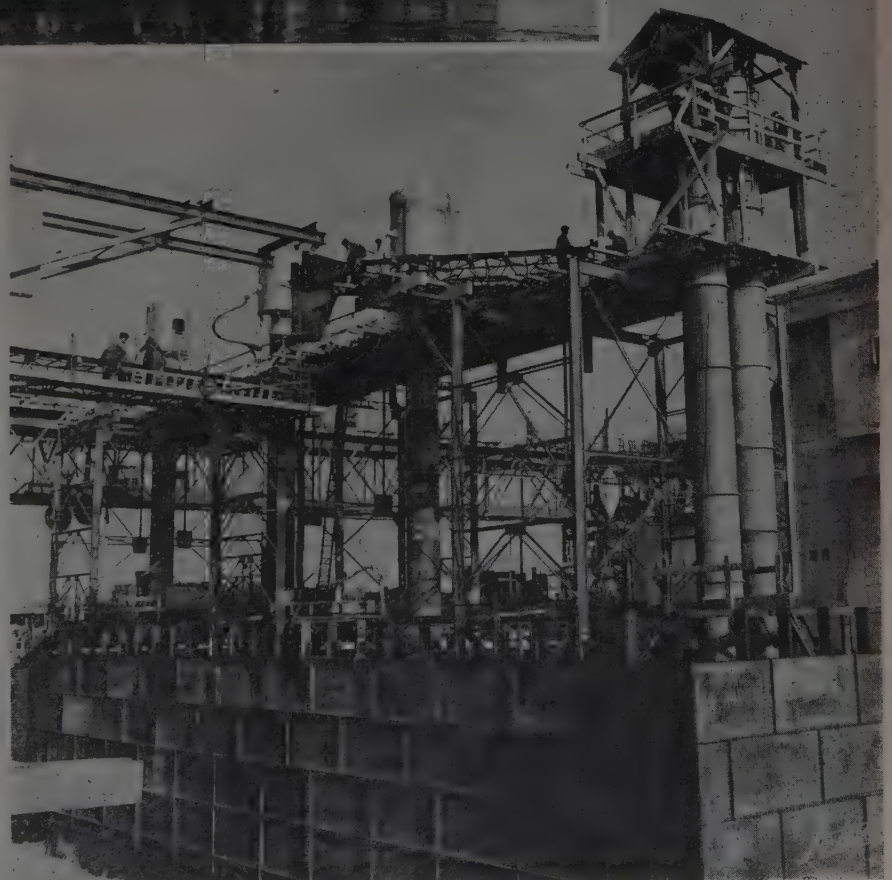


Fig. 17. — Caisson de la pile 5 au début du fonçage.



(Photo A. Sutin.)

Fig. 18. — Batardeau cellulaire. Passe VI.

Pour les mêmes raisons développées précédemment qui entraînèrent le choix d'une méthode d'échouage du caisson de la pile 6 plus coûteuse mais plus sûre que celle adoptée pour les autres piles, l'enceinte de protection destinée à isoler la grande passe VI pour permettre la construction du radier imposa des méthodes plus confortables.

Ce sont des batardeaux métalliques du type alvéolaire qui furent battus à l'amont et à l'aval de la passe. La dimension des alvéoles de 10 m de diamètre a été déterminée pour résister à une poussée de 12 à 14 m d'eau (fig. 18).

La tenue de ces batardeaux se révéla parfaite pendant toute leur durée de fonctionnement pour la protection des travaux de parafouilles et du radier de la passe. Ces travaux furent achevés en octobre 1950.

Le travail d'arrachage et d'enlèvement des batardeaux pour la mise en eau de la passe terminée a permis, malgré les grandes difficultés dues aux hautes eaux

du dernier hiver, de livrer cette passe à la navigation en mars 1951. Celle-ci empruntait jusqu'à l'espace maintenu libre entre les piles 4 et 6.

Les travaux pour le battage et la consolidation de l'enceinte de protection nécessaire à l'exécution de la dernière phase des travaux, c'est-à-dire de la pile 5 et des radiers des passes 4 et 5, ont été entrepris aussitôt après la dérivation de la navigation dans la passe 6. Ils furent des plus délicats à exécuter puisqu'ils consistaient à isoler au milieu de fleuve et en plein courant une fouille de plus de 70 m de longueur, dans le sens de la largeur du fleuve, et de 40 m de largeur minimum dans le sens du courant. Ces travaux furent aussi rendus particulièrement difficiles en raison de la persistance des hautes eaux qui se sont maintenues pendant toute la durée de l'exécution.

Au 15 octobre 1951, le caisson de la pile 5 en cours de fonçage était encastré de plus de 5 m dans le lit du fleuve et les travaux de terrassement des parafouilles du radier venaient d'être commencés dans la passe IV, celle-ci étant à peu près complètement asséchée.

MONTAGE DES ORGANES DE BOUCHURES ET DES PASSERELLES MÉTALLIQUES

Les travaux de montage des passerelles définitives amont et aval ont été entrepris au fur et à mesure de l'avancement des travaux des piles. Ces passerelles supportent, pendant la période de construction, le plancher de montage des vannes. Ce plancher a été placé à une hauteur suffisante pour permettre le libre écoulement des crues d'une part, et, d'autre part, dans le cas de la passe VI, pour permettre le passage de la navigation par dessous.

Les travaux de montage des vannes elles-mêmes ont débuté en octobre 1950 par la grande vanne 6 (fig. 19) sur la rive gauche; ceux des vannes 1, 2, 3 sur la rive droite ont été entrepris ensuite successivement. Ils étaient terminés dans la deuxième quinzaine de juillet 1951 en avance sur les délais prescrits.

Le montage des deux dernières vannes 4 et 5 pourra être entrepris vraisemblablement en janvier 1952, dès l'achèvement du gros œuvre du génie civil des passes correspondantes.

L'achèvement complet des ouvrages est prévu pour le milieu de 1952.

Les travaux de construction du barrage de retenue ont été confiés par la **Compagnie Nationale du Rhône** :

à la **Société des Grands Travaux de Marseille** et à l'**Entreprise Joya-Chabert**,
associées pour ce qui concerne le génie civil,

à la **Société des Forges et Ateliers du Creusot** (Anciennement Schneider et Cie),
et à la **Compagnie de Fives-Lille**,

associées pour la fourniture et le montage de la ventellerie et des passerelles métalliques,

La coordination de l'ensemble étant assurée par la **Société des Grands Travaux de Marseille** qui a sous-traité :

les travaux de sondages à l'**Entreprise Soletanche**,
les essais géotechniques au bureau d'Ingénieurs Conseils **Mécasol**,
les bâtiments de la Cité à l'**Entreprise Thinet**.

Enfin la Société Anonyme **Conrad Zschokke** a prêté son concours en tant que conseil pour la conception des ouvrages et l'exécution des différentes phases des travaux.

Quant aux questions d'esthétique, elles ont été réservées à M. **Laprade**, Architecte en Chef des Bâtiments civils et Palais Nationaux.



Fig. 19. — **Vanne-secteur de 45 m de portée avec volet rabattu.** Fin de montage.

CANAL ET BLOC USINE-DÉCHARGEUR-ÉCLUSE

S. A. C. T. A. R. D.

RÉPARTITION DES TRAVAUX

Les travaux proprement dits ont été divisés en lots dont chacun est confié à une entreprise ou à un groupe d'entreprises. Cette entreprise, ou ce groupe, est directement responsable de l'exécution du lot pour lequel elle est rémunérée par des prix internes différents des prix du marché général passé avec le Groupement.

Nous indiquons, ici, les lignes générales de la répartition des travaux en priant le lecteur de vouloir bien se reporter pour plus de détails aux chapitres consacrés respectivement à chacune des entreprises ou groupe d'Entreprises.

Les lots de terrassements proprement dits ont été attribués à :

a) Une participation dite Lot des Dragues et Draglines. Gérant : **Entreprises de Grands Travaux Hydrauliques.**

b) La **Compagnie d'Ouvrages et d'Entreprises Hydrauliques et de Béton Armé.**

c) L'**Entreprise Ossude.**

Cependant, des lots de terrassements liés à la construction des ouvrages ont été attribués comme nous l'indiquerons plus loin :

Au lot des ouvrages d'entrée (Pt km 0 à Pt km 1);	Au lot du bloc Usine-Déchargeur-Écluse (Pt km
Au lot des ouvrages routiers (Pt km 4 + 295 à	15 + 500 à Pt km 17 + 400).
Pt km 4 + 650);	

Pour la construction des ouvrages, les lots suivants ont été constitués :

a) Ouvrages d'entrée, participation gérée par la **Société de Construction des Batignolles**; le lot comprend les terrassements du canal entre les kilomètres 0 et 1.

b) Ouvrages de rétablissement des communications et de rétablissement de l'écoulement des eaux, **Entreprise Monod.**

c) Bloc Usine-Déchargeur-Écluse, participation comprenant trois co-gérants :

Établissements Billiard;

Entreprises de Grands Travaux Hydrauliques;

Société Anonyme des Anciennes Entreprises Léon Chagnaud.

Par leur nature, les travaux peuvent être classés de la façon suivante :

Terrassements;	Ouvrages d'art pour le rétablissement de l'écoulement
Ouvrages d'entrée;	des eaux;
Ouvrages d'art pour le rétablissement des communi-	Bloc Usine-Déchargeur-Écluse.
cations;	

et c'est dans cet ordre que nous exposerons les conditions générales d'exécution des travaux.

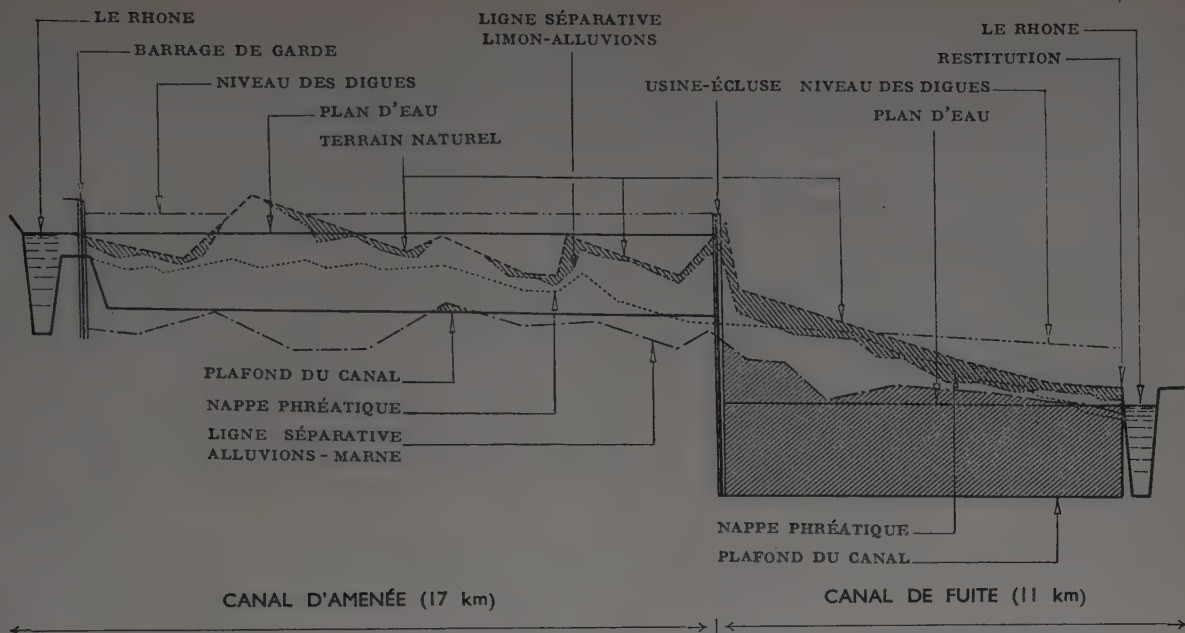


Fig. 20. — Profil en long.

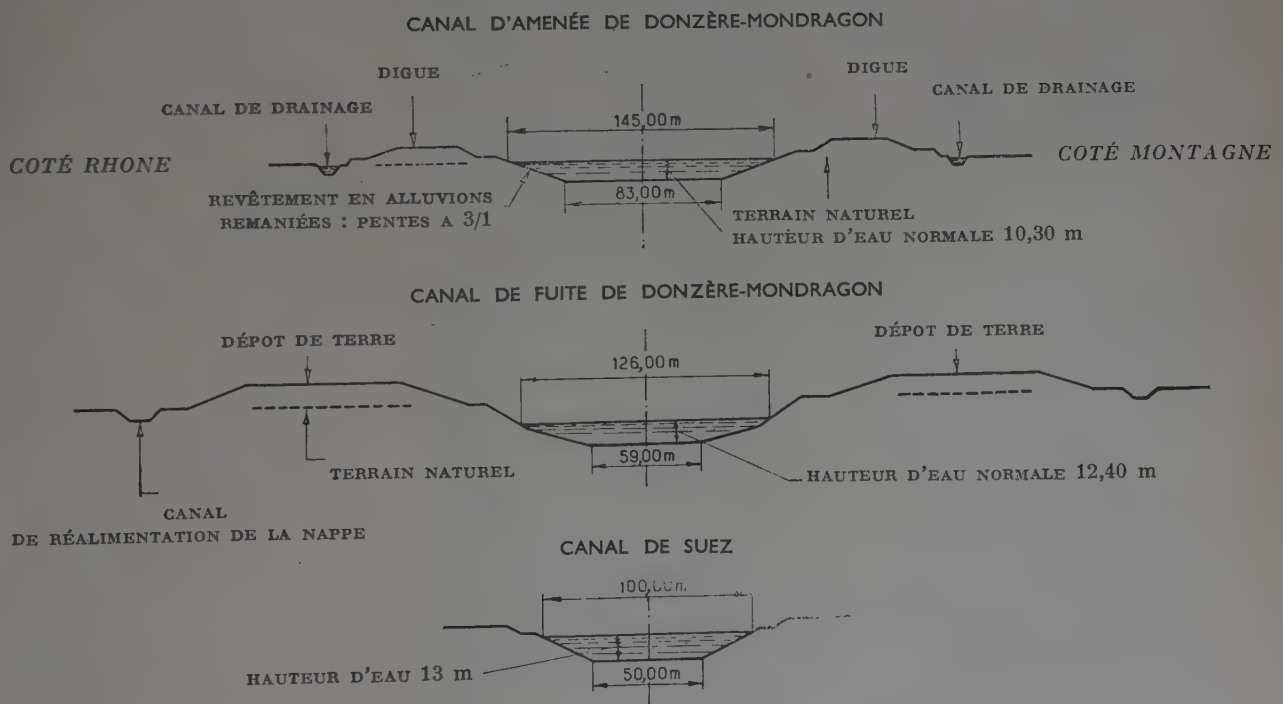


Fig. 21. — Profil en travers.

Terrassements.

Les terrassements du canal de dérivation représentent un volume total de 50 millions de m³ dont :

18 millions m ³ pour le canal d'amenée;	3 millions m ³ pour la fouille de l'usine;
27 — m ³ pour le canal de fuite;	2 — m ³ pour les ouvrages annexes.

Pour exécuter ce cube dans le délai extrêmement court de 4 ans 3 mois fixé au marché le Groupement a constitué un parc extrêmement important de matériels puissants. Ce parc comprend :

Quelques matériels anciens dont certains avaient travaillé au Canal Albert;

porteurs à courroies, de conception nouvelle, permettant la mise en dépôt direct des déblais;

Des engins neufs commandés dès 1946 aux U. S. A.;

Des engins neufs fabriqués en France.

5 dragues flottantes électriques spéciales avec trans-

Nous donnerons dans la description des différents lots des renseignements plus complets sur ces différents matériels. Nous nous contenterons, ici, de dresser l'inventaire général du parc :



(Photo H. Baranger.)

Fig. 22. — Vue aérienne du canal de fuite en juin 1950. Au premier plan, piles du pont de la R. N. 7, puis déviation de la voie ferrée Paris-Marseille; au loin, trois dragues dans le canal.

- 5 dragues flottantes à godets de 500 l;
- 9 grands draglines de 2 m³ à 7,5 m³ de capacité de godets;
- 16 pelles moyennes de 1 à 2 m³ de capacité des godets;
- 6 excavateurs sur voie ferrée à godets dont un possédant une élinde de 27 m;
- 70 tracteurs à chenilles;
- 14 tracteurs sur pneus;
- 46 scrapers;
- 10 niveleuses;
- 1 loader;
- 42 tombereaux de terrassements de 10 m³;
- 46 camions à benne basculante de 7 m³.

La répartition de ces engins le long du canal a été faite d'après les conditions du travail à sec ou dans l'eau.

Aux scrapers et au loader ont été réservés les terrassements à faire complètement à sec.

Les pelles équipées en draglines qui peuvent travailler avec un bon rendement sous une profondeur d'eau limitée ont été chargées des terrassements généraux dans les régions où la fouille du canal pouvait être drainée plus ou moins complètement.

De même que les draglines, les excavateurs à godets n'ont un rendement satisfaisant que si la fouille est sèche.

Par contre, l'emploi des dragues flottantes ne se conçoit évidemment que dans des fouilles largement alimentées en eau.

Cette considération a conduit à diviser le canal en lots dans lesquels l'exécution devait logiquement s'effectuer dans des conditions différentes et à affecter à ces lots le matériel adéquat. Pour l'un des lots, le procédé d'exécution est mixte, la partie supérieure de la section au-dessus de la nappe phréatique étant exécutée à sec au moyen d'engins de surface, scrapers, loader et tombereaux, la partie inférieure étant confiée à une drague flottante.

Sans entrer dans le détail, on peut schématiser de la façon suivante cette division en lots.

Exécution entièrement à sec. — Scrapers, loader et tombereaux, pelles en butte et tombereaux, excavateurs à godets.

Exécution sous faible profondeur d'eau. — Pelles équipées en draglines.

Exécution dans l'eau. — Dragues flottantes associées avec des draglines exécutant à l'avance le talus des berges.

Ouvrages d'entrée.

La prise d'eau située tangentiellement au lit du Rhône a posé un problème difficile, celui de la protection contre l'engrèvement. Il a été résolu à la suite d'une longue série d'essais sur modèle réduit par une prise double comportant une passe navigable à faible profondeur et une passe usinière destinée à introduire le débit. Chacune de ces passes est défendue contre l'entrée du débit solide du Rhône (charriage de fond), par un seuil dont la forme très étudiée résulte des essais.

Chacune des passes comporte un barrage de garde dont le rôle est double :

- Empêcher la submersion des digues du canal de dérivation en cas de crue exceptionnelle.
- Éviter la vidange du canal lorsque l'on effectuera des chasses en ouvrant une passe du barrage sur le Rhône pour dégraver la retenue.

Ces barrages sont donc appelés à fonctionner dans les deux sens, sous faible charge il est vrai. Le barrage de la passe navigable comporte deux passes de 45 m équipées de vannes segments. Le barrage de la passe usinière comporte trois passes de 24 m équipées de vannes wagons.

Ouvrages d'art pour le rétablissement des communications.

Ces ouvrages comportent :

- 8 ponts-routes dont 3 sur routes nationales;
- 2 ponts-rails sur la ligne Paris-Marseille.

Leurs emplacements sont indiqués sur la figure 23 et leurs caractéristiques générales sont données dans la description des travaux de l'**Entreprise Monod**.

Les ouvrages routiers sont de quatre types :

Pont en béton armé à poutres droites continues : pont de la R. N. 7 au Pt km 4 + 450;

Pont en béton armé à béquilles virtuelles (type du pont de Bezons) : pont de la R. N. 7 au Pt km 23 + 585;

Pont cantilever en béton armé à haubans : pont du C. D. 358 au Pt km 8 + 405;

Ponts suspendus métalliques, les uns de type classique avec massifs d'ancrage : ponts de la R. N. 94 Pt km 19 + 600 et du C. D. 44 Pt km 24 + 700, les autres à auto-ancrage : pont du C. D. 59 Pt km 10 + 345, pont du V. O. 2 Pt km 15 + 010.

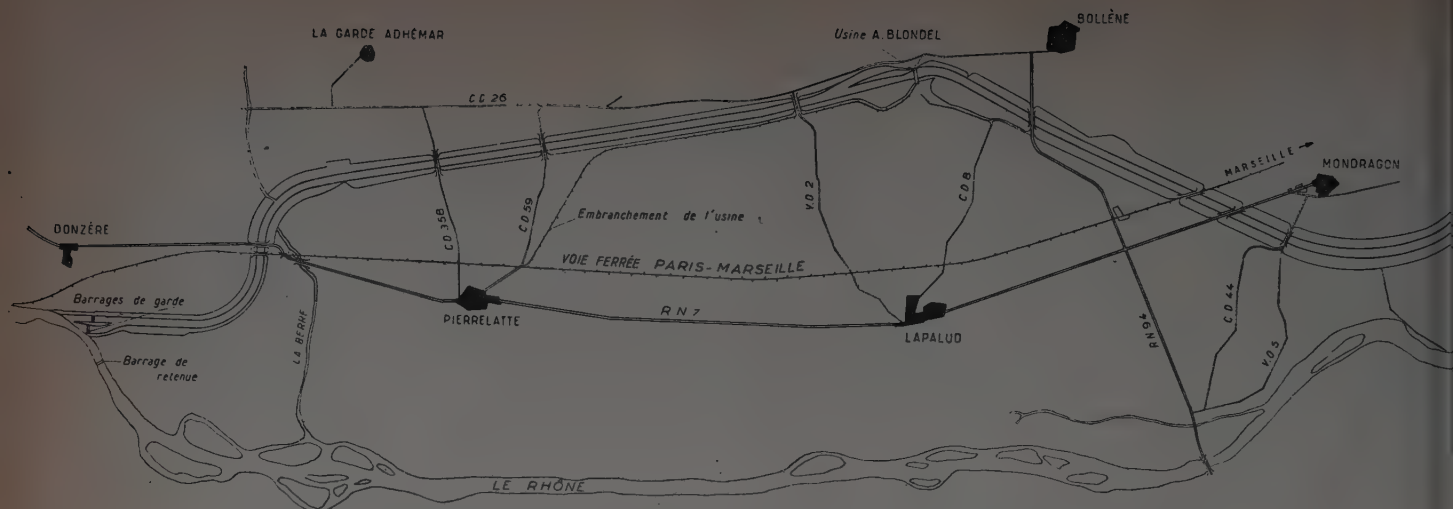


Fig. 23. — Schéma du rétablissement des communications routières et ferroviaires.

Ouvrages d'art pour le rétablissement de l'écoulement des eaux.

En ce qui concerne l'écoulement des eaux, il convient de distinguer :

Les eaux des cours d'eaux intersectés par le canal.
Les eaux destinées à l'irrigation (le tracé du canal de dérivation coupe un canal d'irrigation appelé canal de Pierrelatte).

Les eaux circulant dans le réseau de contrôle de la nappe qui comporte les contre-canaux et les canaux de réalimentation de la nappe.

Le rôle des ouvrages construits pour l'écoulement des eaux est pour certains différent pendant la période de construction du canal et dans le stade définitif. C'est le cas de deux siphons qui assurent pendant les travaux la continuité du canal d'irrigation de Pierrelatte et qui seront empruntés après la mise en service par les eaux de ruissellement.

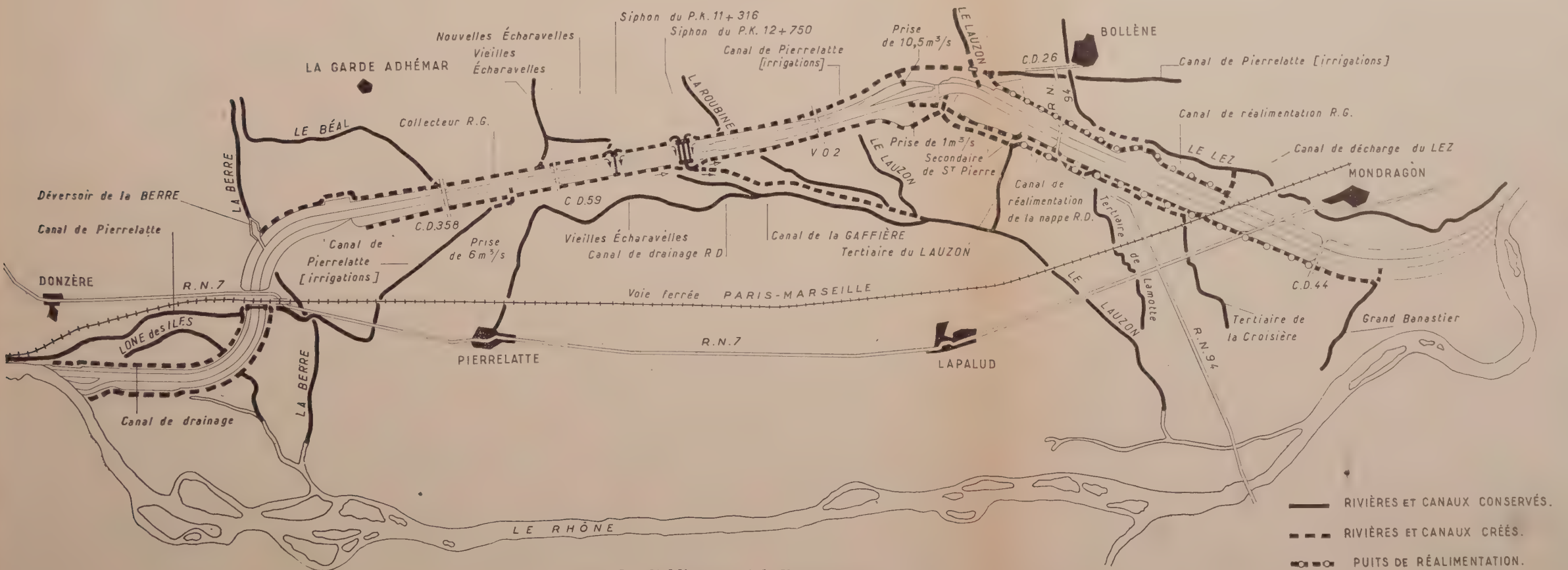
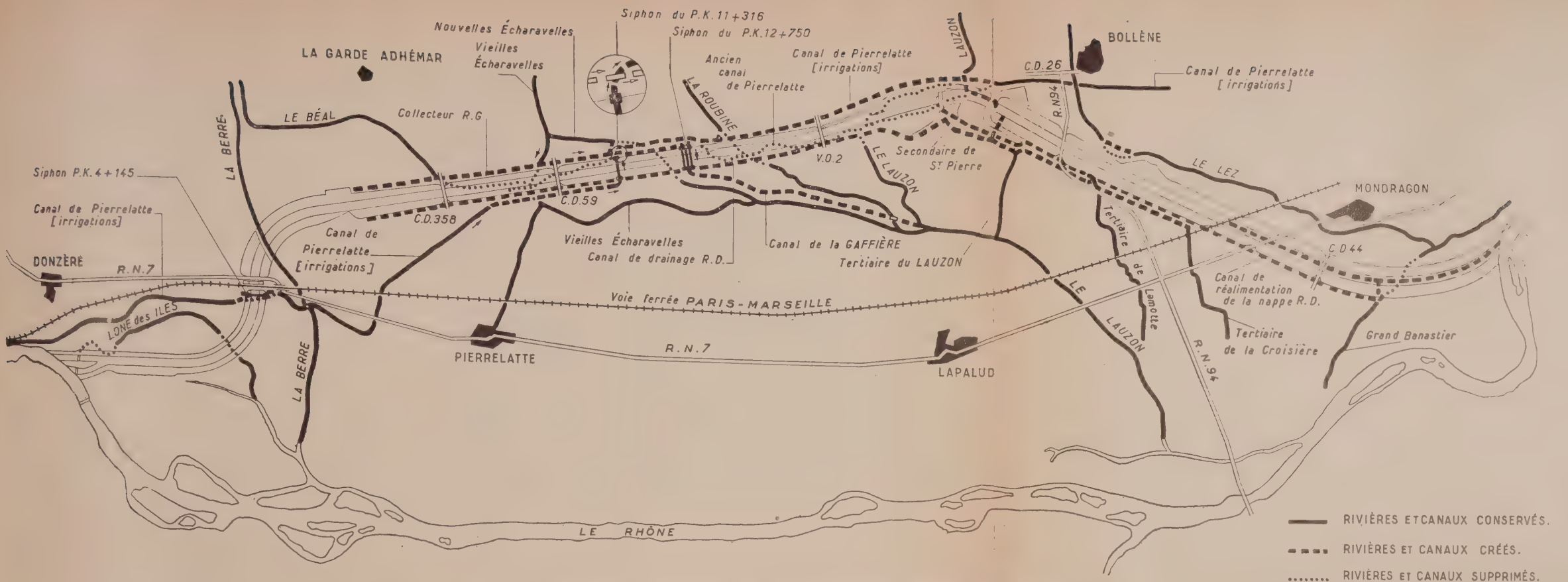
Les deux schémas ci-joints (fig. 24 et 25) définissent le rôle et l'implantation des différents réseaux d'écoulement pendant la période des travaux et au stade définitif.

Bloc Usine-Déchargeur-Écluse.

Nous nous abstenons de donner, ici, la description des ouvrages dont les dimensions principales ont été données plus haut et dont le lecteur trouvera au chapitre bloc Usine-Déchargeur-Écluse toutes les caractéristiques détaillées. Nous nous contenterons d'insister sur les deux conditions qui donnent à ce chantier son caractère très particulier.

a) L'implantation du bloc Usine-Déchargeur-Écluse a été déterminé au km 17 par la présence d'un pointement rocheux qui fournit une assise parfaite à l'ensemble des trois ouvrages. Dans l'avant-projet qui ne tenait compte que des conditions topographiques, le bloc était implanté à 5 km plus à l'aval en un point où le terrain naturel se trouve beaucoup moins élevé. Il en résulte que les fondations du bloc Usine-Déchargeur-Écluse ont exigé des fouilles extrêmement profondes — atteignant 48 m sous le terrain naturel — et représentant un cube considérable, 3 330 000 m³. Il était essentiel de conduire l'exécution de ces fouilles qui conditionnait le démarrage des travaux de bétonnage des trois ouvrages principaux, à une cadence accélérée et suivant un programme aménagé de façon à permettre le plus tôt possible la mise en œuvre du béton. Il s'agit donc d'un chantier combiné de terrassement et de bétonnage auquel le délai contractuel impose des programmes extrêmement tendus.

b) Le délai imposé pour la construction du bloc Usine-Déchargeur-Écluse était extrêmement court : moins de 4 ans 2 mois entre la signature du marché et la mise en service du premier groupe. Or, l'exécution des 410 000 m³ de béton prévus exige des installations puissantes de préparation des agrégats, bétonnage et transport du béton. Mais, il importait que des dispositions spéciales fussent





(Photo H. Baranger.)

Fig. 26. — Vue aérienne du bloc Usine-Déchargeur-Écluse.
État des travaux en juin 1950.

décembre 1948 et fin juillet 1951, 340 000 m³ de béton étaient coulés sur un total de 410 000 m³.

*
* *

Les dispositions d'ensemble de l'aménagement étant ainsi exposées nous décrivons les procédés employés par les différents chantiers et leur marche en adoptant une classification par entreprise ou participation, soit du nord au sud :

Participation S. C. B.-Ballot. — Gérant S. C. B.

Ouvrages d'entrée et terrassements entre les Pt km 0 et 1.

Participation Lot Dragues et Draglines. — Gérant E. G. T. H.

Terrassements du km 1 au km 4 + 235;
— km 4 + 650 au km 7 + 600 (partie inférieure de la section seulement);
— km 7 + 600 au km 11 + 600;
— km 12 + 600 au km 15 + 500;
— km 18 + 210 au km 28,800.

Revêtements de battillage sur l'ensemble du canal.

Monod. — Terrassements du canal aux abords des ouvrages du km 4.

Ouvrages routiers. Bétons des ouvrages sous rails.
Les trois siphons pour l'écoulement des eaux.

Ossude. — Terrassements de la partie supérieure de

prises pour que le délai de réalisation des installations, délai qui comportait des aléas particuliers à l'époque difficile des années 1947-1948, ne compromît pas le délai d'ensemble. La solution fut trouvée dans le recours à des installations, dites annexes, de moindre puissance, mais de démontage plus rapide et qui purent entrer en service dès le mois de décembre 1948.

On peut, croyons-nous, considérer que les difficultés profondes que comportait le problème posé au Groupement d'Entreprises ont été résolues, car :

Lès fouilles de l'usine entreprises avec un matériel réduit en janvier 1948 étaient assez avancées en mai 1949 pour permettre la mise en œuvre du premier béton des groupes I et II et que depuis lors, les bétonnages n'ont jamais été retardés par les terrassements.

Les bétons des ouvrages (ouvrages annexes d'abord) furent commencés en

la section au-dessus de la nappe, entre les Pt km 4 + 650 et 7 + 600.

Terrassements complets entre les Pt km 11 + 600 et 12 + 750.

Déversoir de la Berre.

Canal de réalimentation de la nappe.

Participation Terusec. — Gérants :

Établissements Billiard;
Entreprise Industrielle et de Travaux Publics;
Entreprise de Grands Travaux Hydrauliques;
Société Anonyme des Anciennes Entreprises Léon Chagnaud et Fils.

Terrassements entre les Pt km 15 + 500 et 17 + 270.

Fouilles de l'usine et de l'écluse.

Génie civil de l'usine et de l'écluse.

Compagnie d'Entreprises Hydrauliques et de Béton Armé.

Terrassements entre les Pt km 17 + 520 et 18 + 210.

OUVRAGES D'ENTRÉE ET TERRASSEMENT

PARTICIPATION SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTION DES BATIGNOLLES ENTREPRISES LÉON BALLOT

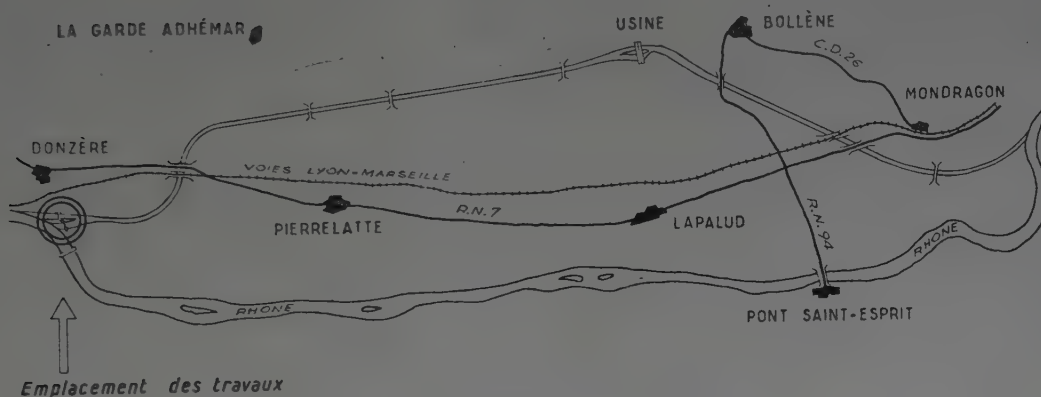


Fig. 27. — Emplacement des travaux.

Cette participation était chargée principalement de la construction des ouvrages d'entrée, comprenant :

- Les seuils à l'entrée des deux passes, navigable et usinière ;
- Les murs de quai en bordure du Rhône ;
- Les barrages de garde sur les deux passes ;

et, accessoirement, les terrassements des deux canaux jusqu'à leur confluent, situé à proximité du Pt km 1.

Le plan général des ouvrages est donné par la figure 29.

Seuils.

Les deux seuils sont de structure très différente en raison :

— D'une part, des résultats d'essais sur modèle réduit qui ont conduit, pour le seuil de la passe usinière, à des formes très étudiées, alors que le seuil de la passe navigable conservait un tracé régulier et présentait simplement du côté du Rhône une paroi verticale,

— D'autre part, de la nature différente des fondations, le seuil de la passe navigable étant fondé sur une grande épaisseur de gravier, l'autre sur un banc rocheux peu profond.

Le seuil de la passe navigable est constitué par un rideau de palplanches sans ancrage. Les échantillons de palplanches vont, suivant les endroits, du type Larsen IV au type Larsen VI ; de plus, un certain nombre de palplanches sont renforcées par soudure en palplanches caissons. Le battage du rideau, exécuté d'avril à octobre 1949, s'est effectué sans difficultés spéciales.



Fig. 28. — Ouvrage d'entrée et barrages de garde.



Fig. 29.
Ouvrage d'entrée
et barrages de garde.
Vue perspective.

A. Lit du Rhône;
B. Seuil de la branche navigable;
C. Musoir central;

D. Barrage de garde sur la branche navigable;
E. Seuil de la branche usinière;
F. Musoir aval.

G. Barrage de garde sur la branche usinière;
H. Confluent des deux branches — Le canal
d'amenée prend sa section normale.

Le seuil usinier, sorte de mur en béton légèrement armé, a été fondé sur le rocher, préalablement mis à nu dans une fouille ouverte épuisée. A noter, d'une part, le tracé complexe du seuil en plan et, d'autre part, l'encorbellement réalisé. Les essais ont montré que ces formes étaient nécessaires pour amorcer devant le seuil un tourbillon à axe horizontal, qui, entraînant les graviers à l'aval, empêche le comblement de la fosse devant le seuil.

Murs de quai et musoirs.

Comme pour les seuils, les conditions locales et particulièrement la nature de la fondation ont conduit à adopter deux types principaux de murs :

— Les murs en palplanches métalliques, systématiquement réalisés sans ancrage, de façon à éviter les inconvénients de tous les dispositifs d'ancrage (un mur de ce type est défini par la coupe 30),

— Les autres en béton, suivant un profil classique dont la coupe 31 donne un exemple. Ces derniers murs ont été exécutés en fouilles ouvertes épuisées.

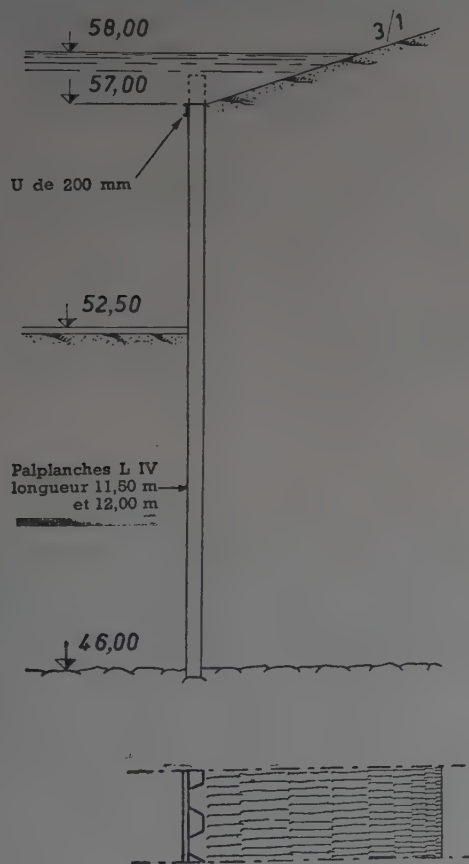


Fig. 30.
Mur de quai en palplanches métalliques.

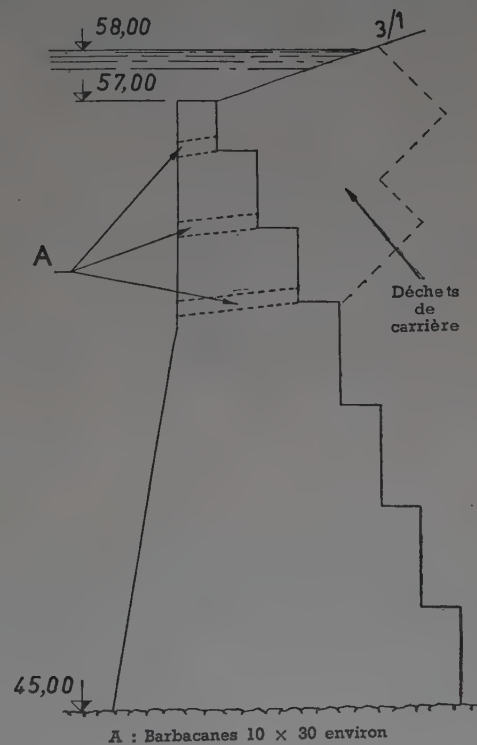


Fig. 31.
Mur de quai en béton.

Notons, toutefois, qu'en bordure du Rhône, on ne disposait pas d'une place suffisante pour ouvrir une telle fouille. Deux procédés ont été employés, l'un consistant à blinder la fouille du côté Rhône par un rideau jointif de pieux Benoto de 1,50 m ancrés dans le rocher de fondation, l'autre utilisant des caissons en béton armé foncés par havage jusqu'à la surface du rocher.

Barrage de garde sur passe navigable.

Cet ouvrage comporte deux passes de 45 m et doit être équipé de deux vannes segments, dégageant un tirant d'air de 7 m au-dessus du plan d'eau normal (cote 58).

Le radier est constitué par un massif de béton légèrement armé fondé sur le gravier en place à l'intérieur d'une enceinte de palplanches type Larsen IV profondément ancrées dans le terrain ; cette enceinte est incorporée à l'ouvrage et permet d'obtenir pour le cheminement de l'eau sous le radier un coefficient de Bligh de 10. L'épaisseur du radier atteint 3,70 m à l'amont et à l'aval ; elle est de 2,20 m sous la cuvette centrale, qui a 7 m de largeur et 1,50 m de profondeur.

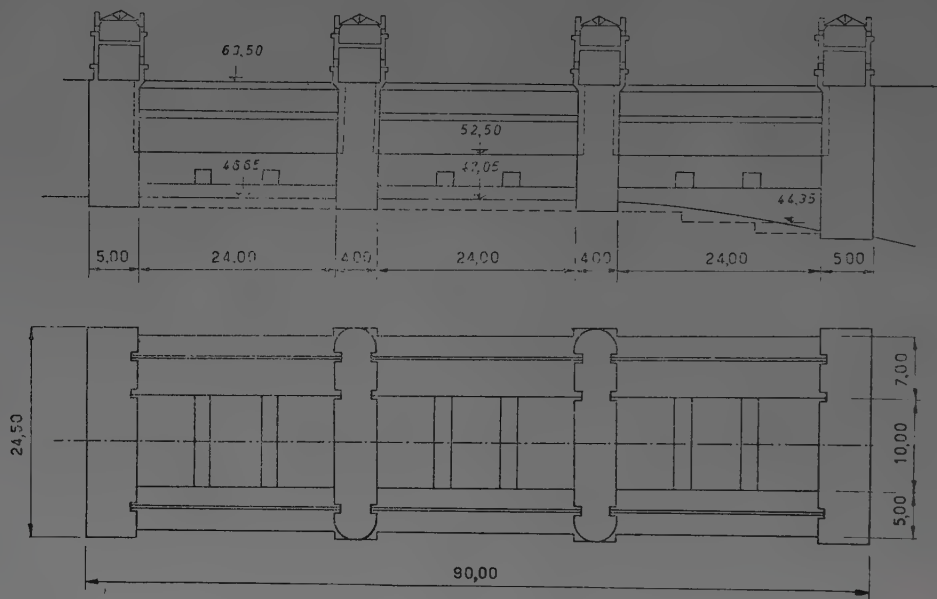


Fig. 32. — Barrage de navigation.



Fig. 33. — Barrage de navigation. Station de criblage et de bétonnage.



Fig. 34. — Barrage de navigation.

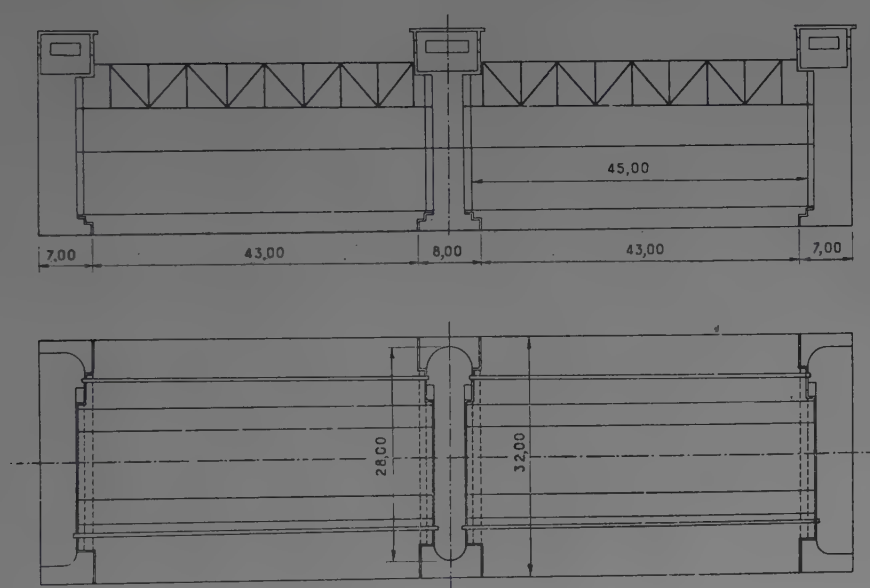


Fig. 35. — Barrage usinier.

Barrage de garde sur passe usinière.

Cet ouvrage comporte trois passes de 24 m, équipées de vannes-wagons. Il est fondé sur le rocher en place.

Le radier est formé par deux massifs, aval et amont, reliés par des butons armés. Il a été exécuté dans une fouille ouverte épuisée.

Le matériel utilisé pour le battage des palplanches comprenait quatre engins de battage, dont trois derricks et une sonnette de 22 m.

Pour préparer les agrégats à béton, l'entreprise dispose d'une installation de lavage-criblage des alluvions extraites des fouilles d'un rendement de 60 t/h. Elle est complétée par un concasseur Kennedy 38 de 50 t/h pour l'utilisation des galets et par un gravillonneur Kennedy 315 de 15 t/h fournissant les éléments fins, dont la proportion dans les alluvions est insuffisante pour obtenir une bonne granulométrie.

Pour la fabrication des bétons l'entreprise utilise concurremment six bétonnières mobiles et une station fixe comprenant :

Une installation de dosage volumétrique système Hobla à 21 kips.

Un silo à ciment de 750 t

Deux bétonnières de 1 300 l.



Fig. 36. — Seuil et partie amont du canal usinier.

Terrassements.

Les terrassements confiés à la participation étaient trop peu importants et trop divisés par la présence des ouvrages pour justifier l'emploi de draglines à grande flèche, qui ont été utilisées dans les sections où l'exécution pouvait être organisée sur une grande longueur.

Les terrassements ont été exécutés avec les engins suivants :

- | | |
|--|--|
| 1 Dragline Marion type 492 de 2,1 m ³ de godet avec portée de 25 m; | 1 pelle Pinguely TR 60 avec équipement butte et équipement dragline; |
| 2 Draglines Bucyrus 33 RB, godets de 1 m ³ , portée 13,70 m; | 2 scrapers de 12 cubic yards; |
| | 2 tombereaux Euclid de 12 cubic yards; |
| | 2 tournarockers E 16 de 160 ch. |

Marche des travaux.

En raison du délai nécessité par les études sur modèle réduit et par celles des bouchures, les travaux n'ont pu être menés à une cadence suffisante qu'à partir de 1949. Depuis lors, les travaux ont progressé régulièrement; les travaux principaux sont achevés; ceux restant à exécuter sont liés soit au programme des constructeurs de vannes, soit au programme de mise en eau de l'ensemble du canal.

OUVRAGES D'ART ET TERRASSEMENTS

ENTREPRISES MONOD

Le lot des **Entreprises Monod** était constitué essentiellement par les ouvrages d'art nécessités par le franchissement du canal par les voies ferrées, les routes et les écoulements d'eaux. Accessoirement et en raison de l'interpénétration avec les ouvrages d'art du km 4, les mêmes Entreprises étaient chargées des terrassements du canal entre les Pt km 4 000 et 4 + 650 (fig. 37).

Nous décrirons les ouvrages et les chantiers dans l'ordre géographique du nord au sud.

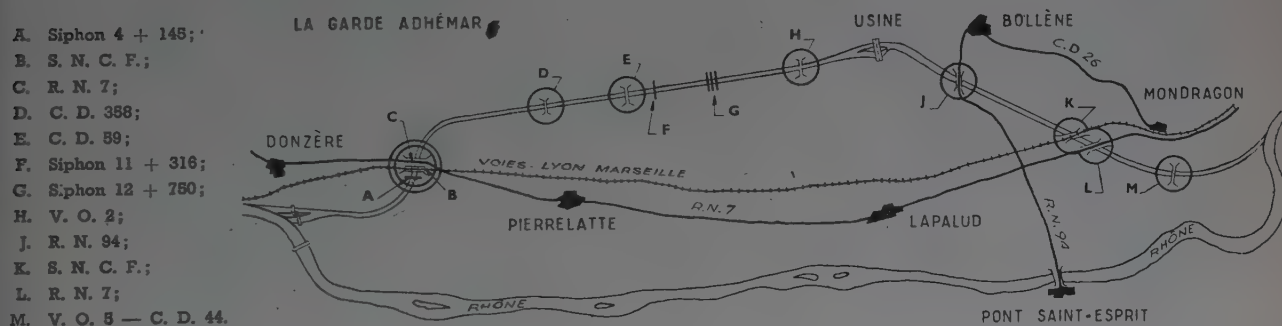


Fig. 37. — Emplacement des travaux.

Siphon du Pt km 4 + 145.

L'ouvrage comporte un tube en béton armé de 3 m de diamètre et de 195,20 m de longueur placé à 2,10 m sous le plafond du canal.

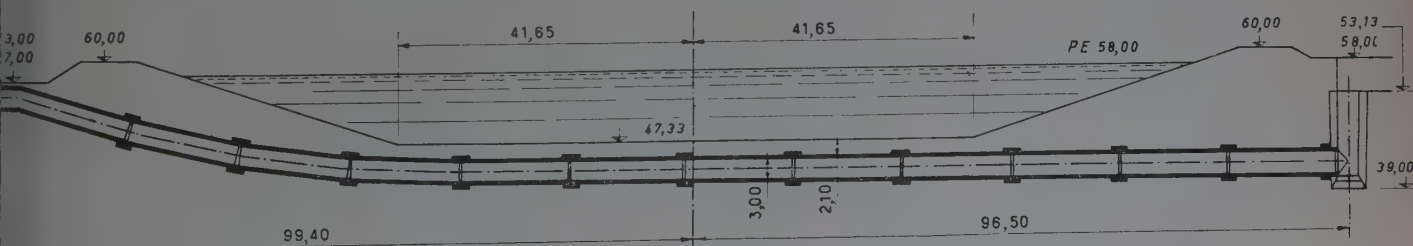


Fig. 38. — Siphon du Pt km 4 + 145.

Le profil en long du tube a été fixé de façon à présenter un point bas à la tête aval constituée par un puits vertical de façon à permettre un curage éventuel.

En raison de la puissance de la nappe dans la région du km 4 on craignait de ne pouvoir exécuter l'ouvrage à sec. Aussi on avait prévu l'exécution de la tête aval en caisson havé et l'immersion d'élé-

ments de tubes préfabriqués pour constituer le siphon suivant la technique déjà employée pour le franchissement de la Seine, à Chatou, pour le grand émissaire des égouts de Paris.

En fait, il est apparu que la fouille pouvait être épuisée avec des moyens de pompage normaux et le procédé par immersion n'a été employé que pour six tubes de 16 m de longueur qui avaient été fabriqués par prudence au début du chantier et le reste a été coulé sur place entre des coffrages bois.

Pont-rail du Pt km 4 + 300.

Nous rappelons les caractéristiques de l'ouvrage situé sur la ligne Paris-Marseille, quatre travées de 40-49-49-40 m en charpente métallique (fig. 42).

L'**Entreprise Monod** n'était chargée que de l'exécution des appuis et de la dalle du tablier métallique.

Les culées ont été fondées sur le gravier au-dessus de la nappe phréatique. Les piles ont été fondées sur la marne à l'intérieur d'enceintes de palplanches circulaires.

Les travaux commencés en février 1949 ont été terminés à la fin de la même année. Le pont-rail a été mis en service le 24 mars 1950.



(Photo H. Baranger, Paris.)

Fig. 39. — Pont-rail et Pont-route du Pt km 4 + 300, sur le canal d'aménée. Vue aérienne.

Pont de la R. N. 7 au Pt km 4 + 450.

C'est un pont droit en béton armé de 178 m de portée totale se divisant comme le pont-rail en quatre travées de 40, 49, 49, 40 m. Sa largeur totale est de 12 m : 9 m de chaussée et deux trottoirs de 1,50 m (voir fig. 43). Les fondations sont constituées par des caissons havés dont le fonçage dans la marne a soulevé de sérieuses difficultés car celle-ci présentait une résistance supérieure à celle qu'on pouvait déduire des essais de sol.



Fig. 40. — Vue du Pont de la R. N. 7. Prise sous le pont-rail.

Pont du C. D. 358 au Pt km 8 + 405.

Le pont prévu au droit du C. D. 358 est un pont en béton d'un type particulier : cantilever à haubans dont l'élévation est donnée par la figure 44. Sa portée totale est de 159,80 m décomposée en deux travées de rive de 41,48 m et une travée centrale de 76,86 m. La chaussée a 4,50 m de large, les trottoirs respectivement 0,80 et 0,40 m.

La construction des piles et culées est terminée ; les fondations, exécutées à fouille ouverte ne présentent pas de particularité ; la construction des portiques est en cours et celle du tablier commencera prochainement. La fin des travaux est prévue pour avril 1952.

Pont du C. D. 59 au Pt km 10 + 345.

Il s'agit ici d'un pont droit suspendu métallique à auto-ancrage dont la portée totale de 149,30 m se divise en trois travées, deux travées de rives de 30,10 m et une travée centrale de 90,30 m (fig. 45). L'Entreprise Monod a été chargée de la construction des piles et culées du pont, l'exécution de la partie métallique étant confiée aux Établissements Schmid-Bruneton-Morin et aux Établissements Baudin.

Les piles et culées sont fondées en fouille ouverte. La construction du pont, commencée en mai 1950, a demandé 13 mois ; il a été mis en service le 21 juin 1951.

Cet ouvrage est complété par des ponts en béton armé franchissant les contre-canaux et les Echaravelles. Un de ces ponts a une portée totale de 30 m.

Siphon du Pt km 11 + 316.

Les travaux relatifs au rétablissement de l'écoulement des eaux et des irrigations comportent, au km 11 + 316 du canal d'amenée, la construction d'un siphon inversé sous le canal.

Le siphon comprend une conduite de section circulaire de 3 m de diamètre intérieur, limité extérieurement en bas et sur le côté par des faces planes. Il a été exécuté en béton de cailloux et armé longitudinalement de cinq rails de 30 kg (fig. 46).

Sur la rive droite, à la tête du siphon est aménagé un puits vertical de 3 m de diamètre intérieur et 13,40 m de hauteur. Ce puits est plus profond de 2,67 m que l'arrivée de la conduite formant une cavité de 15 m³ où viendra se déposer le débit solide charrié par les eaux. L'exécution de ce siphon a été faite entièrement à sec, la fouille ayant été asséchée par pompage. Il fonctionne actuellement en phase provisoire pour le passage des eaux d'irrigation.

Siphon du Pt km 12 + 750.

Il est destiné à permettre le passage sous le canal d'amenée de la rive gauche à la rive droite des trois rivières Béal-Echaravelles-Roubine (fig. 47). Ces trois rivières ont été collectées sur la rive gauche et déviées jusqu'au Pt km 12 + 750 qui est un point bas naturel du terrain.

L'aménagement du siphon comprend :

1° Une tête d'entrée formée de trois canaux de 3 m de largeur et 5,13 m de hauteur correspondant au niveau maximum des crues exceptionnelles. Les trois entrées sont munies d'une vanne métallique rendant ainsi chaque canal indépendant des deux autres.

2° Trois conduites de 3 m de diamètre et de 244 m de longueur en gros béton armé dans le sens longitudinal par des rails de 30 kg.

3° Le cuvelage de sortie. Les trois conduites prennent une forme rectangulaire variable mais de section constante. Une prise d'air est constituée par trois caissons de 3 m de largeur et 7 m de longueur.

4° L'ouvrage de répartition des eaux à la sortie du cuvelage permettant de diriger les eaux vers le canal de fuite par le contre-canal de drainage et vers la plaine de la Gaffière par le canal de la Gaffière (fig. 41).



Fig. 41. — Siphon du Pt km 12 + 750. Tubes et ouvrage répartiteur.

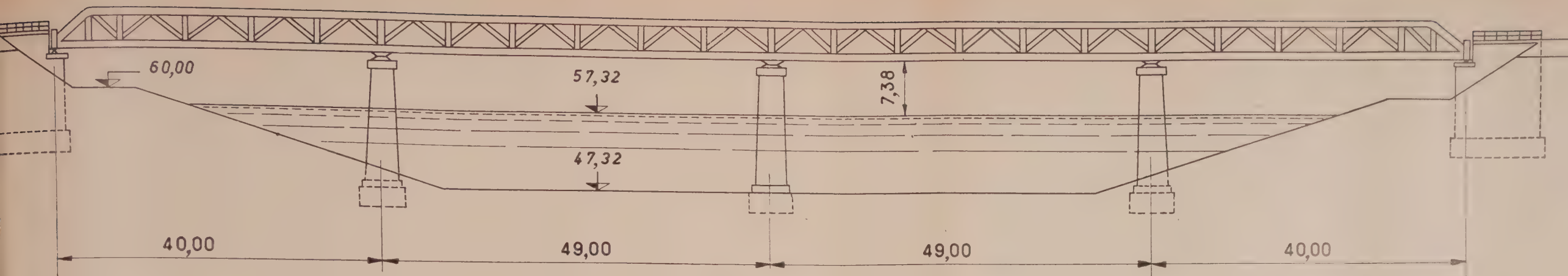


Fig. 42. — Pont-rail du Pt km 4+300. Vue amont et coupe transversale.

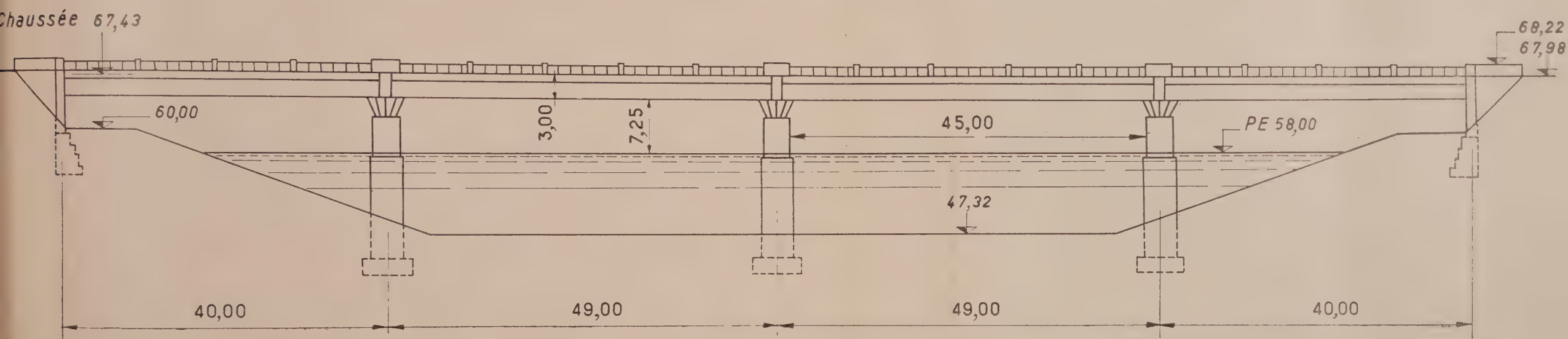


Fig. 43. — Pont de la R. N. 7 au Pt km 4+450. Vue amont et coupe transversale.

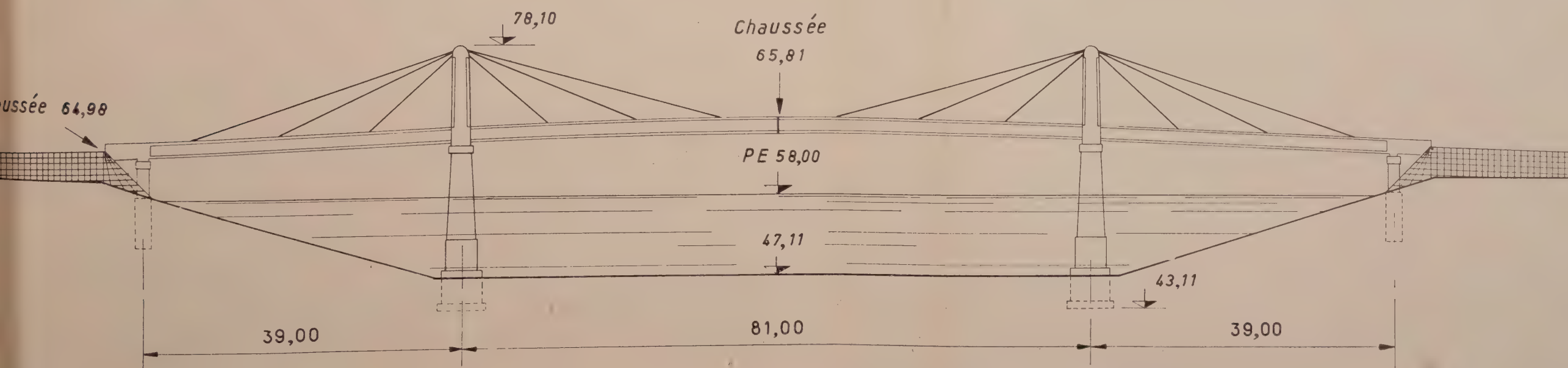


Fig. 44. — Pont du C. D. 358. Élévation et coupe transversale.

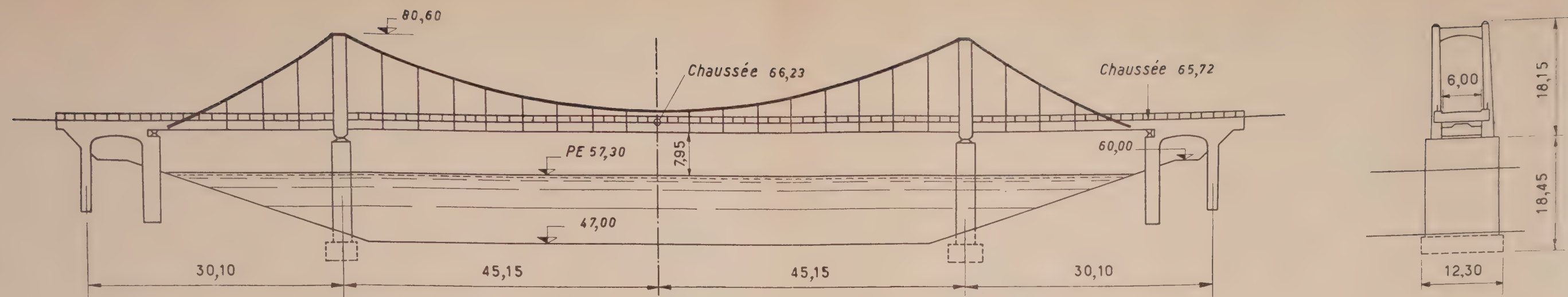


Fig. 45. — Pont du C. D. 59. Élévation et coupe transversale.

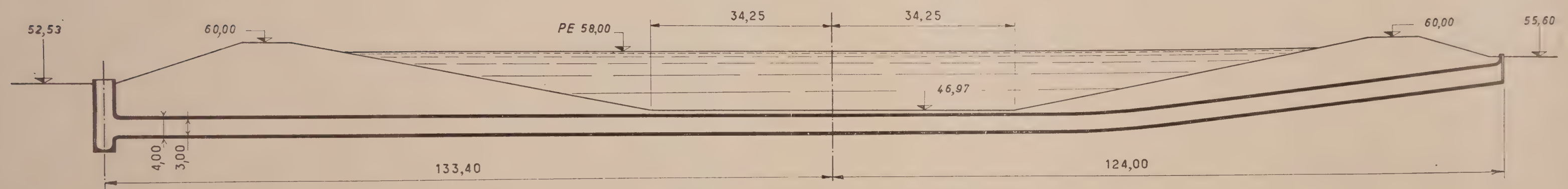


Fig. 46. — Siphon du Pt km 11 + 316. Coupe longitudinale.

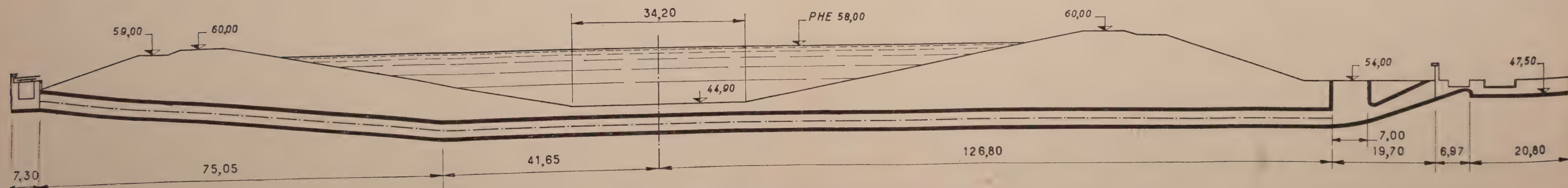


Fig. 47. — Siphon du Pt km 12 + 750. Coupe longitudinale.

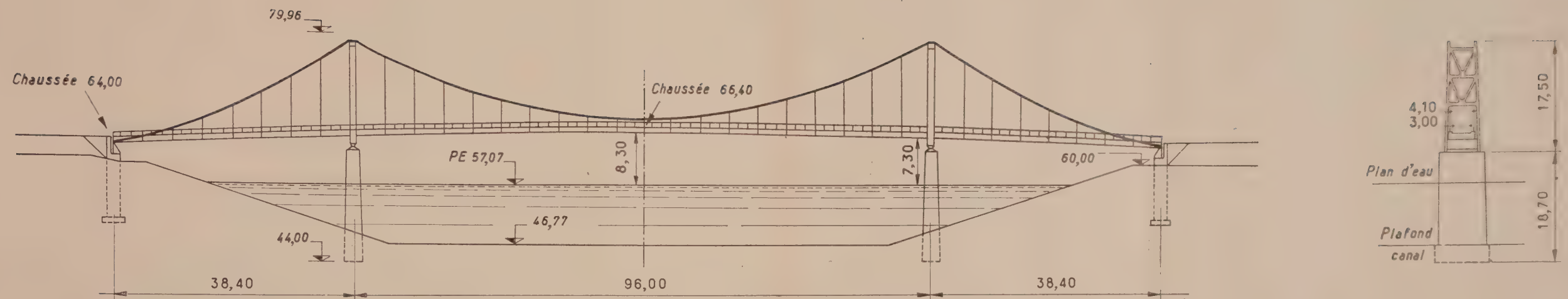


Fig. 48. — Pont du V. O. 2. Élévation et coupe transversale.

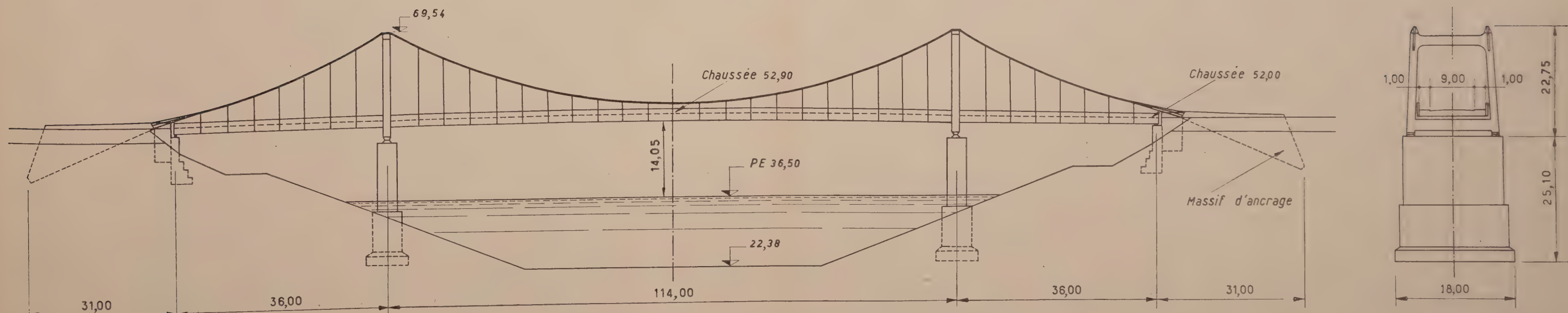


Fig. 49. — Pont de la R. N. 94 sur le canal de fuite. Élévation et coupe transversale.

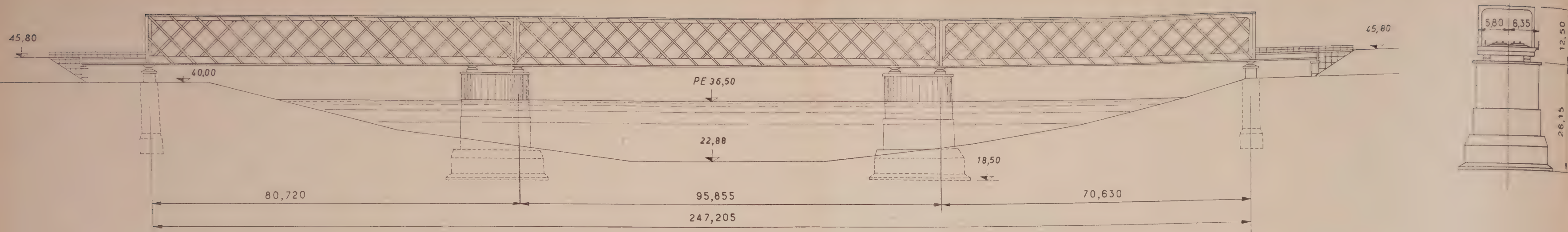


Fig. 50. — Pont-rail sur le canal de fuite. Élévation et coupe transversale.

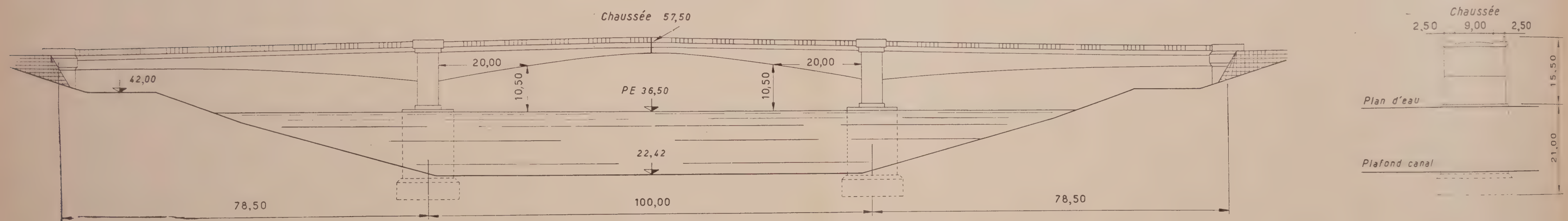


Fig. 51. — Pont de la R. N. 7 sur le canal de fuite. Élévation et coupe transversale.

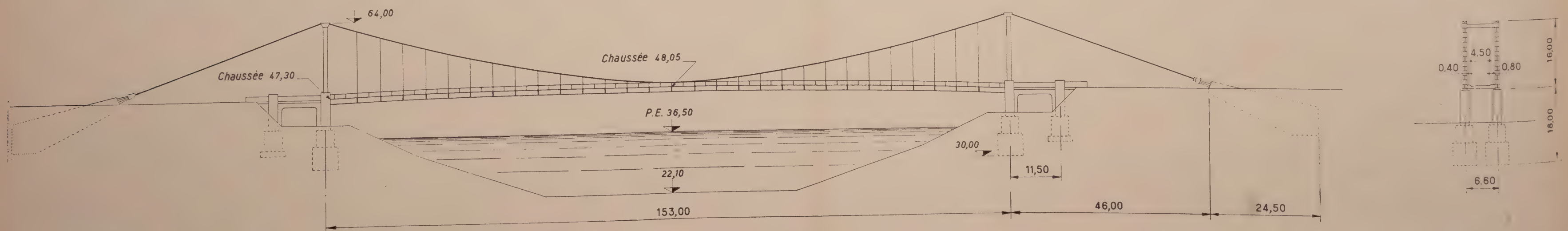


Fig. 52. — Pont du C. D. 44. Élévation et coupe transversale.

Pont du V. O. 2.

Au Pt km 15 + 010 le V. O. 2 traverse le canal d'amenée sur un pont droit suspendu métallique à auto-ancrage avec poutres de rigidité continues. Il comprend deux travées de rive de 38,40 m et une travée centrale de 96 m. La chaussée a 3 m de largeur, les deux trottoirs ont 0,50 m de largeur.

Comme pour le pont du C. D. 59 l'**Entreprise Monod** est chargée de la construction des piles et culées exécutées en fouille ouverte, la partie métallique du pont étant confiée aux **Établissements Schmid-Bruneton-Morin** et aux **Établissements Baudin**. De plus, l'**Entreprise Monod** a réalisé la construction d'un pont en béton armé qui fait suite à l'ouvrage principal sur le contre-canal rive droite. Ce pont a trois travées de 15, 20 et 15 m (fig. 48).

Pont de la R. N. 94 sur le canal de fuite.

Sur le canal de fuite au km 19 + 600 la R. N. 94 emprunte un pont suspendu métallique biais dont l'angle avec la perpendiculaire à l'axe du canal est de 15°. La travée centrale a 114 m, les deux travées de rive 41,20 m. La chaussée a 9 m de large et les trottoirs 1 m (fig. 49).



(Photo H. Baranger, Paris.)

Fig. 53. — **Canal de fuite.** Vue aérienne. Au premier plan, construction des piles du pont de la R. N. 94.

Les piles sont fondées dans l'eau à l'air comprimé; les ancrages sont constitués par des dalles de frottement exécutées dans des remblais en alluvions immédiatement derrière les culées. Les **Établissements Schmid-Bruneton-Morin** ont exécuté le tablier métallique, les portiques et suspentes. Les **Établissements Baudin** fournissant les câbles et les pièces spéciales, ont été chargés du montage. La construction du pont aura exigé plus de 20 mois de travail; il a été mis en service en novembre 1951.

Pont-rail sur le canal de fuite.

La R. N. 7 et la ligne Paris-Marseille qui traversent, nous l'avons vu, le canal d'amenée au km 4 franchissent le canal de fuite respectivement aux km 23 585 et 22 800. Ce sont des ponts biais dont l'angle d'inclinaison sur l'axe du canal est de $42^{\circ}48'$ pour le pont rail et $44^{\circ}51'$ pour le pont de la R. N. 7 (fig. 50).

Le pont-rail est un pont métallique dont les piles et culées sont fondées dans l'eau à l'air comprimé. Les travées ont respectivement 75,65 — 95,90 et 75,65 m.

Le pont a été mis en service en novembre 1951.

Pont R. N. 7 sur le canal de fuite.

Il s'agit ici d'un pont en béton armé. Le biais important lui impose une longueur totale de 260 m partagée en trois travées, dont la travée centrale de 100 m qui dégage le gabarit de navigation imposé (fig. 51).

L'ouvrage est formé de deux anneaux droits identiques décalés suivant le biais du canal et réunis par le hourdis supérieur. Le tablier construit en première étape sur une largeur de 14 m est prévu pour pouvoir être élargi à 18 m au moyen de deux trottoirs en encorbellement. Le pont est construit en deux éléments isostatiques indépendants, séparés par une coupure au milieu de la travée centrale (voir fig. 51). Les piles, de section rectangulaire prolongée par deux demi-cercles, reposent sur des fondations descendues sur la marne au moyen de caissons à air comprimé. Les culées, constituées par des voiles transversaux et longitudinaux équilibrés par des contreforts et une poutre arrière, reposent sur deux massifs circulaires fondés par havage. Le pont a été mis en service en novembre 1951.

Pont du C. D. 44.

Ce pont est prévu à 3 km de la restitution du canal au Rhône au km 24 + 700.

L'ouvrage à l'étude est un pont suspendu métallique droit (fig. 52).

Fig. 54. — **Pont de la R. N. 7.** Aval. Début d'août 1951.



DÉVERSOIR DE LA BERRE ET TERRASSEMENTS

ENTREPRISE OSSUDE ET BLANC

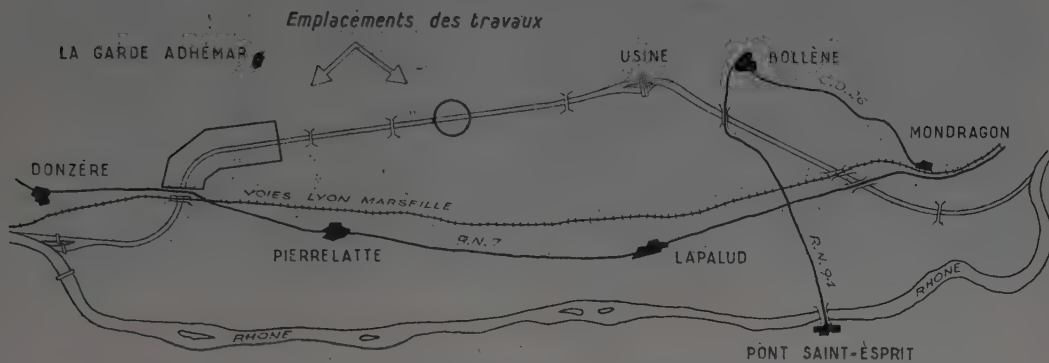


Fig. 55. — Emplacements des travaux. Lot V côté Donzère, lot VII bis côté Usine.

Le chantier de l'Entreprise Ossude et Blanc est caractérisé par l'emploi de matériel de surface américain, il est équipé de :

- | | |
|---|--|
| 1 loader; | 10 scrapers à deux roues destinés à être attelés aux tournapulls; |
| 12 tracteurs Caterpillar D. 8; | 1 pelle Bucyrus 110 B; |
| 1 tracteur Caterpillar D. 7; | 2 pelles Pinguely TR 60 et ST; |
| 1 tracteur Allis-Chalmers HD. 14; | 2 pelles Harnischfeger 255 A et 1 pelle Koehring 304; |
| 1 tournadozer Le Tourneau C; | 7 tombereaux Euclid de 10 m ³ de capacité; |
| 12 tournapulls ou tracteurs sur deux roues type Letourneau; | 8 tombereaux Le Tourneau de 9 m ³ de capacité, destinés à être attelés aux tournapulls. |
| 10 scrapers à quatre roues; | |



(Photo A. Perret, Pont St-Esprit.)

Fig. 56. — Loader chargeant un tombereau Euclid.



(Photo A. Perret, Pont-Sai u-Esprit.)

Fig. 57. — Tournascraper en action.

Étant donné la nature du matériel dont il était équipé, ce chantier était chargé, outre certains terrassements d'essais, de l'exécution de terrassements complètement à sec, soit :

Entre les Pt km 4 + 650 et 7 + 600, la partie supérieure de la section au-dessus de la nappe phréatique. L'emploi de ces engins était justifié, d'une part, par l'épaisseur de la couche à décaper au-dessus de la nappe, d'autre part, par la nécessité d'étaler les déblais à de grandes distances en raison des servitudes d'envol de l'Aérodrome de Pierrelatte qui limitaient la hauteur des remblais.

Entre les Pt km 11 + 500 et 12 + 600; dans cette zone, l'emploi des engins sur pneus et sur chenilles était justifié par le souci d'obtenir un compactage poussé du limon qui constitue le corps central des digues. L'Entreprise a donc été chargée du déblai de l'ensemble de cette section, l'épuisement de la fouille étant assuré par une station de pompage installée au Pt km 12 + 600.

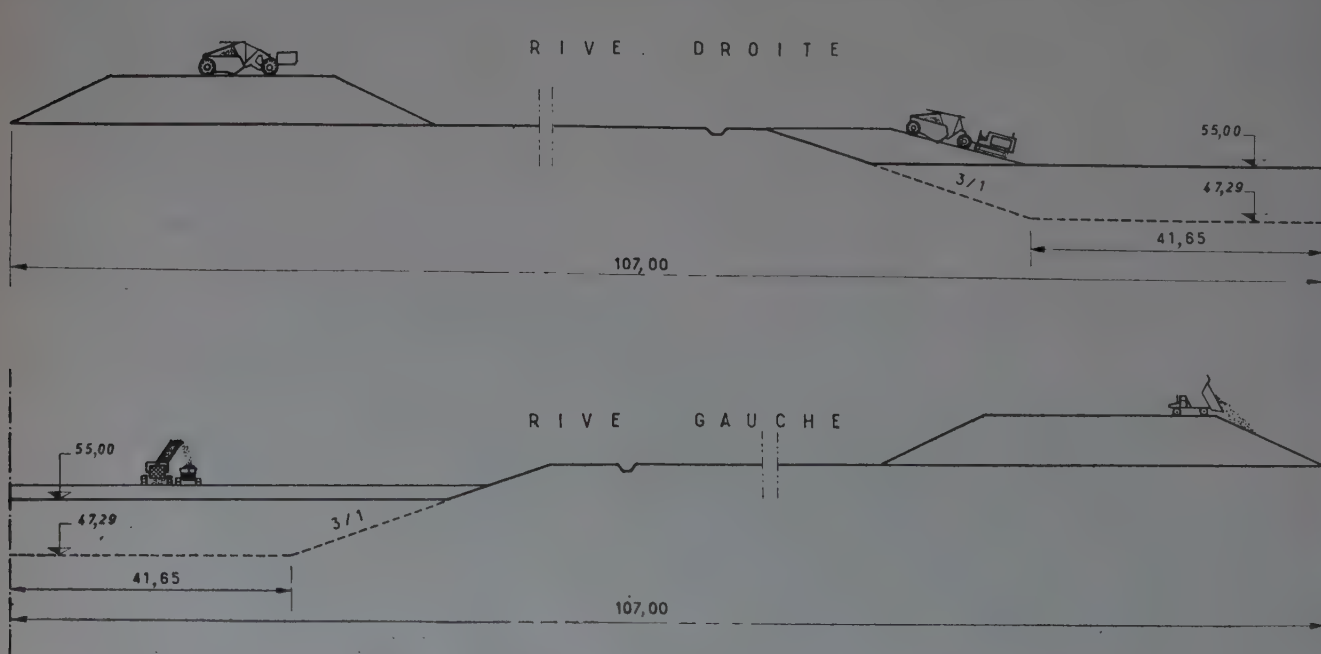


Fig. 58. — Exécution du lot V.

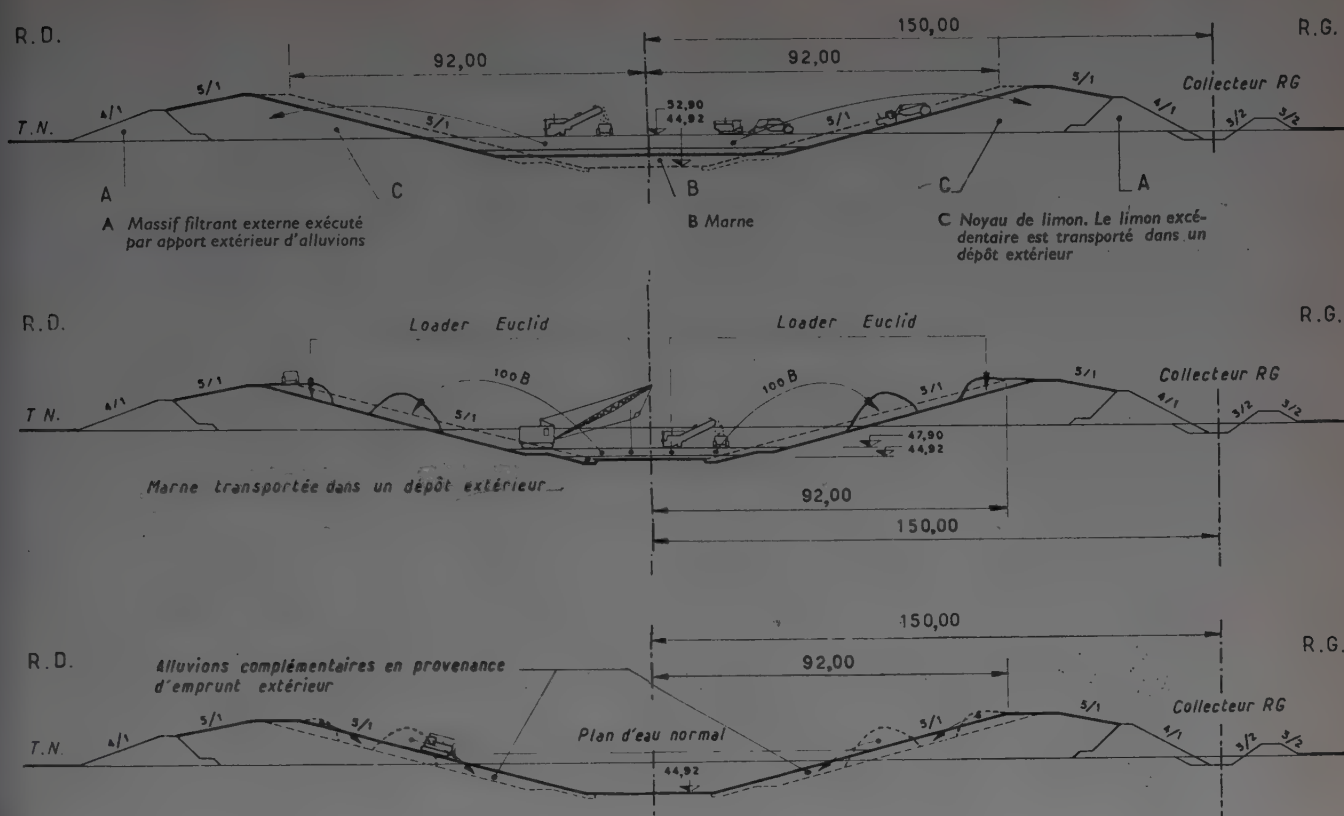


Fig. 59. — Exécution du lot VII bis.

- a) **Première phase.** — Extraction du limon et de la terre végétale par des scrapers chenillés, tournascrapers et loaders Euclid; transport par bennes Euclid.
- b) **Deuxième phase.** — Extraction des alluvions à la pelle Bucyrus-tric, type 100 B (dépôt direct) et au loader Euclid, transport par bennes Euclid.
- c) **Troisième phase.** — Réglage des dépôts par bulldozers caterpillar D 8.

Au titre des ouvrages annexes, l'Entreprise a été chargée des terrassements suivants :

Déviation du canal de Pierrelatte sur 5 km;
Collecteur rive gauche des cours d'eau;
Déviation provisoire de la voie ferrée au km 4;

Canal de réalimentation de la nappe sur la rive droite
du canal de fuite et du canal secondaire de
Saint-Pierre.

L'ensemble de ces terrassements représente un cube de 3 876 000 m³ de déblais dont la répartition est la suivante :

du Pt km 4 650 au Pt km 7 600	2 300 800
du Pt km 11 500 au Pt km 12 600	760 000
Déversoir Berre, déviation voie ferrée, canal de Pierrelatte, secondaire Saint-Pierre et divers	815 200
	3 876 000

Le lot de l'Entreprise Ossude et Blanc comprenait aussi un ouvrage en béton.

Il s'agit du déversoir par lequel la Berre rejoint le canal d'aménée et qui comporte la mise en œuvre des cubes suivants ;

4 600 m³ de béton ;
63 t d'armatures ;
62 t de palplanches.

Le chantier de terrassements entre les Pt km 4 + 650 et 7 + 600 fut pratiquement ouvert au début de 1948 et atteint son plein rendement en 1949 avec une cadence moyenne de 170 000 m³ mensuels. Par son organisation, son étendue et le nombre des engins en service, il constituait un exemple type de chantier d'engins de surface américains et les visiteurs ne pouvaient qu'être frappés par la ronde rapide et ininterrompue des engins dont toutes les opérations étaient soigneusement minutées.

Le chantier de terrassement entre les Pt km 11 + 500 et 12 + 600 fut d'une marche beaucoup plus difficile en raison de la grande épaisseur de limon à enlever. La nature de ce limon est telle que toute pluie de quelque durée arrête pratiquement le travail des engins. Pour ne pas subir d'arrêts prolongés du fait des intempéries, on est arrivé à la notion qu'un chantier de limon équipé avec des engins de surface ne se concevait économiquement qu'associé à un chantier de gravier, dit chantier tampon, sur lequel est reporté tout l'effort par mauvais temps.

Actuellement le programme de l'Entreprise est achevé.



(Photo H. Baranger, Paris.)

Fig. 60. — Déviation de la voie ferrée. Vue aérienne.

TRAVAUX DE L'USINE ANDRÉ BLONDEL

GÉRANTS : ÉTABLISSEMENTS BILLIARD — E. I. T. P.
ENTREPRISES DE GRANDS TRAVAUX HYDRAULIQUES
ANCIENNES ENTREPRISES LÉON CHAGNAUD ET FILS

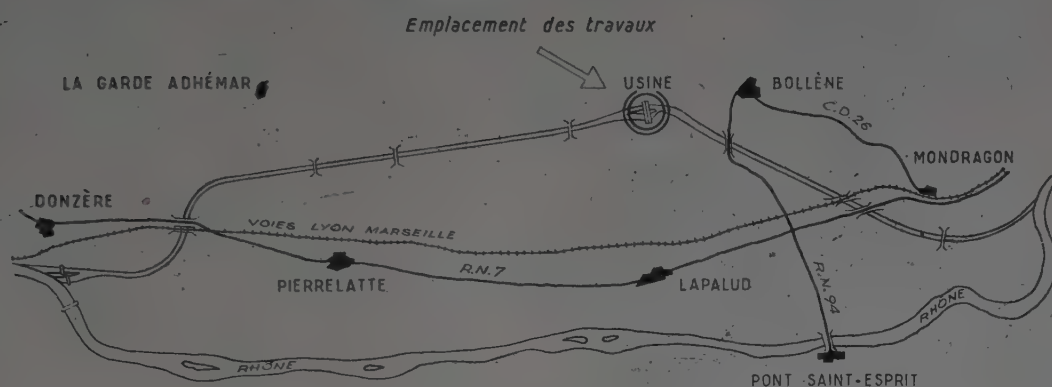


Fig. 61. — Emplacement des travaux.

L'Usine André Blondel, complètement équipée, produira plus qu'aucune autre Centrale en France : 2 milliards de kWh par année de moyenne hydraulique.

L'écluse attenante sera la plus haute du monde, la dénivellation maxima entre plan d'eau du plafond amont et du plafond aval devant être de 26 m.

Le chantier de construction de ces ouvrages et de leurs annexes est actuellement le plus important de France.

I. — LES OUVRAGES

L'Usine, le Déchargeur, l'Écluse et les ouvrages annexes sont implantés au km 17 de la dérivation, à proximité du hameau de Saint-Pierre, sur un éperon de grès, découvert à la suite de prospections par sondages électriques (fig. 62).

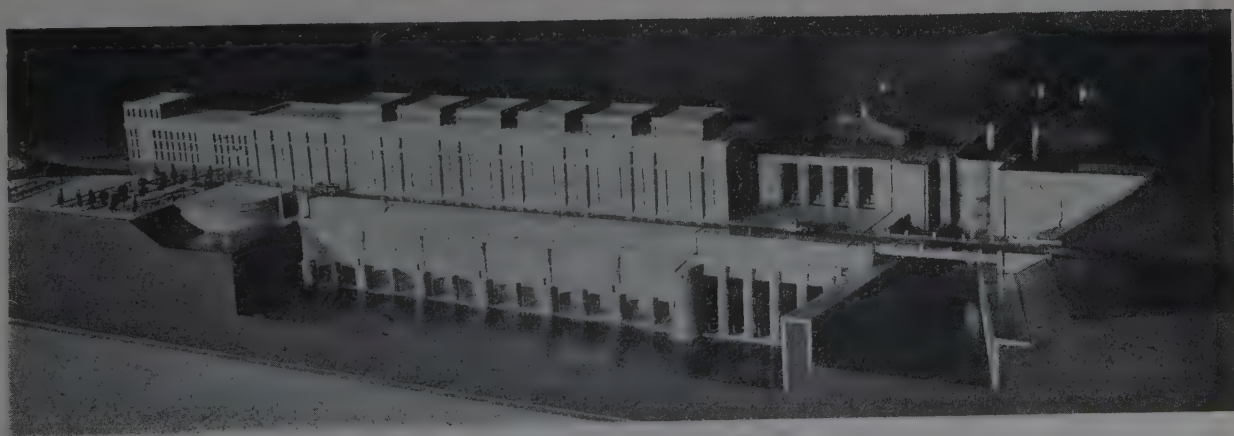


Fig. 62. — Ensemble de l'Usine. Maquette.

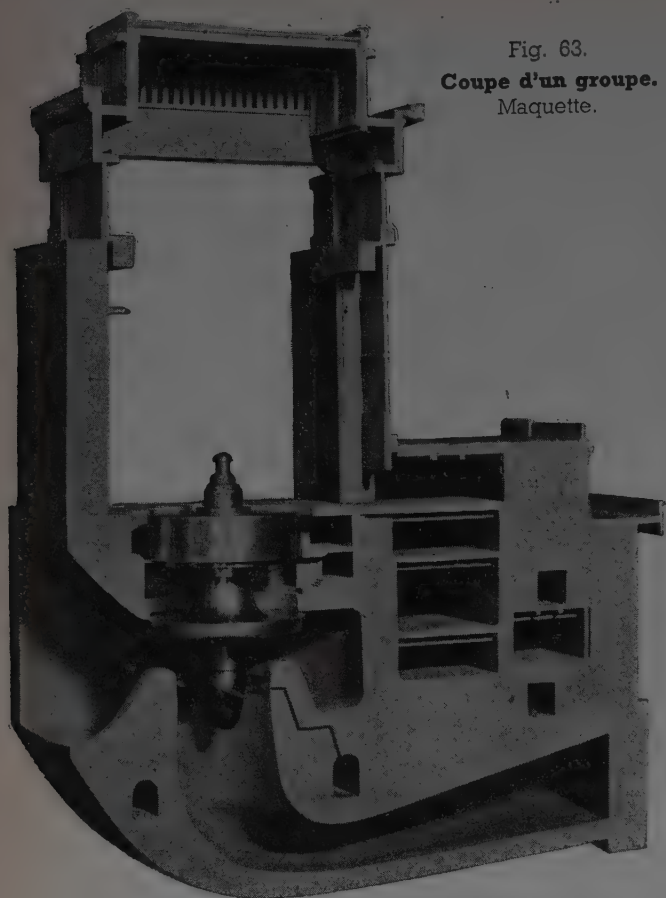


Fig. 63.
Coupe d'un groupe.
Maquette.

a) L'usine.

En six groupes pouvant débiter chacun $255 \text{ m}^3/\text{s}$ (dont quatre seront équipés en premier lieu), l'**Usine André Blondel** pourra turbiner au maximum $1\,530 \text{ m}^3/\text{s}$ pour une chute dont la hauteur peut varier de 16 à 26 m.

Les groupes seront équipés de turbines type **Kaplan** à six pales orientables de 70 000 ch.

Chaque turbine entraînera à la vitesse de 107 tours/mn un alternateur du type parapluie de 50 000 kW fournissant du courant sous 10 500 V.

La puissance totale installée de l'Usine sera ainsi, avec l'équipement complet des six Groupes, de 300 000 kW.

Il faut distinguer trois parties dans l'Usine suivant la coupe transversale d'un groupe (fig. 63), en allant de l'amont à l'aval :

Le bloc amont.

Qui forme barrage entre le canal d'amenée et le canal de fuite.

Les pertuis d'alimentation des groupes (trois pertuis de 5,20 m de large sur 17 m de

haut par groupe) débouchent à travers ce bloc dans le canal d'amenée : ils sont équipés à l'entrée de rainures pour batardeaux, de grilles pour arrêter les corps flottants et de rainures pour vannes de sécurité. La mise en place des batardeaux et des vannes de sécurité est assurée par des portiques roulant à la partie supérieure du bloc amont à la cote 60, où peut circuler également un dégrilleur. Les vannes de sécurité pouvant obturer les pertuis plus rapidement que les batardeaux doivent servir à arrêter un groupe en cas d'emballement, trois vannes seulement assurant ainsi la protection des six groupes.

Le bloc central.

Fondé à la cote 14 en béton massif, fortement armé par endroits, jusqu'à la cote 41,70 du sol de la salle des machines, il comporte, de bas en haut, les évidements de la partie inférieure des diffuseurs, de la bêche spirale et du stator de l'alternateur : la turbine et les aubes directrices fixes supportant le couvercle de la turbine seront placées dans la bêche spirale, le couvercle de la turbine, reposant sur les aubes directrices, supportera le pivot du groupe et par conséquent le rotor de l'alternateur. Les alternateurs étant enclavés dans la maçonnerie, seuls émergeront du sol de la salle des machines les chapeaux de réglage et les excitatrices des groupes.

La partie supérieure du Bloc central sera en élévation une salle de machines, dont le sol sera à la cote 41,70 et la toiture à la cote 75, qui aura 17 m de large et 184 m de long. Cette salle couvrira, en six travées, sur 144 m, les six groupes : elle se prolongera de plus à l'ouest sur 40 m en une travée de montage pour les turbines et les alternateurs. A 18 m de hauteur deux ponts roulants de 250 t desser-

viront, sur toute la longueur de cette salle, la plage de montage et les groupes pour le montage et, par la suite, les révisions.

Le bloc aval.

Dans sa partie inférieure en béton massif fortement armé, il est évidé par les deux pertuis de l'aspirateur qui fait suite au diffuseur.

Au-dessus de la cote 26, il constitue un bâtiment à plusieurs étages pour les salles des résistances liquides, pour les cellules HT et BT, pour les disjoncteurs de certains groupes, pour les commandes automatiques, ainsi que pour les câbles de départ. La plate-forme d'une route franchissant la dérivation constitue à la cote 46 la toiture de ce bloc. Les pertuis d'aspirateur comportent à la sortie des rainures dans lesquelles pourront être mis en place des batardeaux, manutentionnés par un portique circulant à l'aval du bloc à la cote 40,20.

b) Annexe rive droite.

Dans le prolongement de la travée de montage, un bâtiment annexe, de 75 m de long sur 22 m de haut, abritera les services auxiliaires : bureaux, bâtiment d'appareillage et atelier mécanique.

Trois galeries de câbles HT et BT enterrées, de 600 m de longueur, réunissent l'Usine au Bâtiment d'appareillage et au poste de transformation qui se trouve à l'ouest des ouvrages (ce poste de transformation est une installation **Électricité de France**, dont les travaux non encore commencés, ne font pas partie du marché C. N. R.).

Dans le prolongement du Bloc amont, sur la rive droite, un mur barrage de 125 m de long, 17 m de large et 20 m de hauteur, arasé à la cote 60, constituera sur 12 m de haut le mur en retour de soutènement de la digue rive droite du canal d'amenée, diminuant par sa grande longueur le cheminement souterrain des eaux d'infiltration entre le canal d'amenée et le canal de fuite.

c) Déchargeur.

Cet ouvrage, dans le prolongement Est du bloc amont de l'Usine, en travers du canal usinier, est conçu pour permettre l'évacuation du débit total de la dérivation en cas d'arrêt des groupes (fig. 64) : il est composé de six pertuis munis d'une vanne secteur, chaque pertuis pouvant évacuer $255 \text{ m}^3/\text{s}$ d'un groupe par un orifice de 5,20 m sur 3,50 m. L'énergie des lames d'eau, en cas de décharge, sera dissipée sur des redans de béton blindés sur les parties hautes.

Les deux pertuis extrêmes sont équipés chacun d'une vanne clapet déversoir qui permettra l'évacuation des corps flottants.

Les galeries de vidange de l'écluse débouchent dans les deux pertuis médians. Enfin la route, qui franchit la dérivation, passe sur l'extrémité aval du pertuis du déchargeur à la cote 46.

d) Écluse.

Implantée à l'est de l'Usine, sur une branche du canal d'amenée, intitulée « canal de navigation », elle mesure 199,50 m de long sur 12 m de large et 31,50 m de haut (pour une hauteur de chute de 26 m maximum) :

Pour les éclusées, elle est alimentée en eau par deux aqueducs souterrains qui débouchent dans le canal usinier et elle se vide par deux aqueducs souterrains qui débouchent dans le déchargeur. Les commandes d'ouverture et de fermeture des vannes de ces aqueducs sont concentrées dans une même chambre de manœuvre à l'aplomb du milieu de l'écluse. Les vitesses de remplissage et de vidange

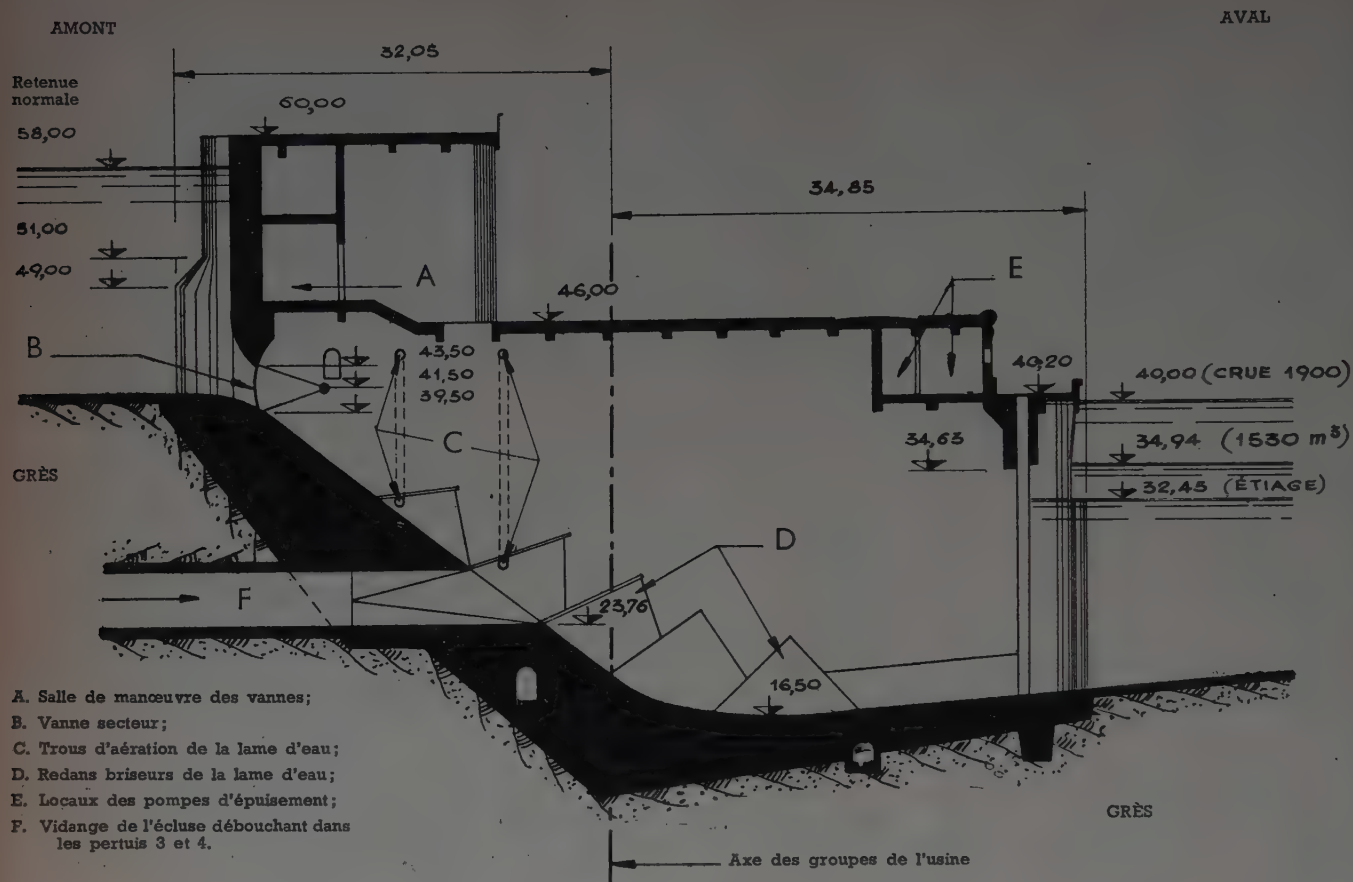


Fig. 64. — Déchargeur. Coupe transversale.

étant particulièrement élevées (1,60 m à 2,30 m de montée ou de descente du plan d'eau par minute dans le sas), la distribution de l'eau par le fond de l'écluse a été spécialement étudiée (fig. 65).

Cette écluse perfectionnée, dont l'étude a été dirigée par M. le Professeur **Caquot**, est équipée de portes d'une conception particulièrement audacieuse : le plan semi-circulaire de ces portes, dont la concavité est tournée vers l'intérieur de l'écluse, permet d'augmenter la longueur utile du sas pour une même longueur de bajoyers. La porte aval en arc s'efface derrière un masque en béton armé pour

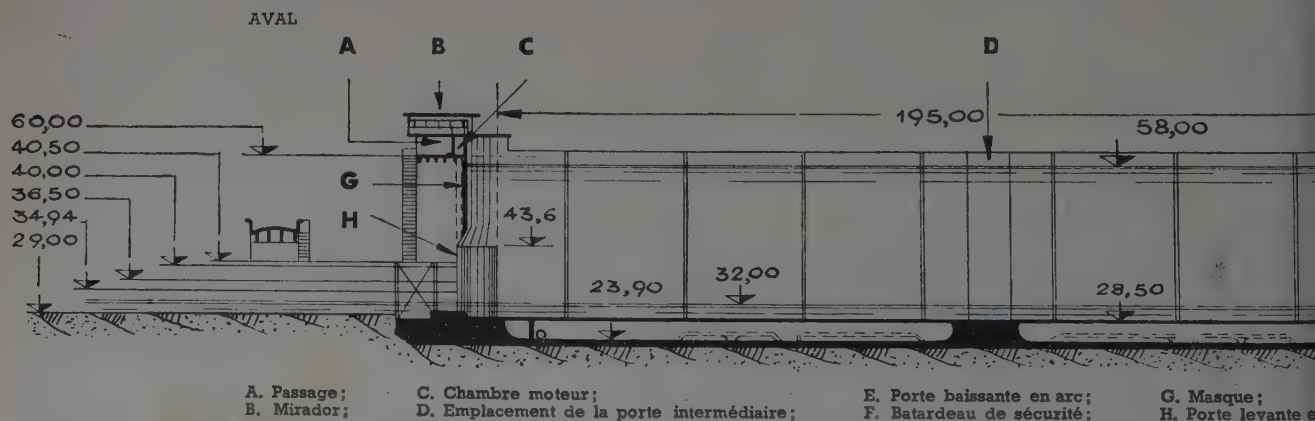


Fig. 65. — Écluse. Coup longitudinal.

ouvrir le passage entre le sas et le plafond du bief aval, laissant un tirant d'air minimum de 7 m sous sa partie inférieure pour livrer passage aux convois : cette porte métallique d'une dimension exceptionnelle (14,50 m de haut) travaillera à la traction, étant accrochée par ses glissières aux bajoyers, sous une hauteur maximum de 26 m d'eau.

Une porte intermédiaire devant par la suite être installée au milieu de la longueur de l'écluse pour réduire de moitié les éclusées lors du passage des automoteurs, des encastrement sont réservés dans les bajoyers à son emplacement futur.

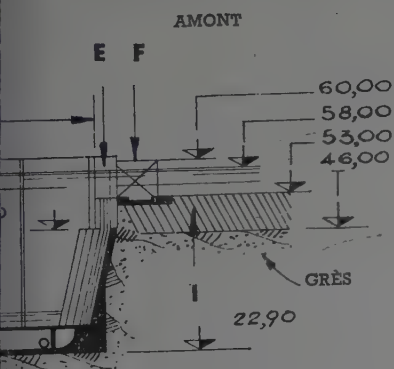
e) Ouvrages et travaux divers.

Des murs guideaux pour assurer un bon écoulement des eaux dans le canal usinier, des estacades pour faciliter la navigation dans le canal desservant l'écluse, ainsi qu'un mur divisoir séparant en deux branches le canal de fuite, compléteront l'ensemble des ouvrages décrits plus haut.

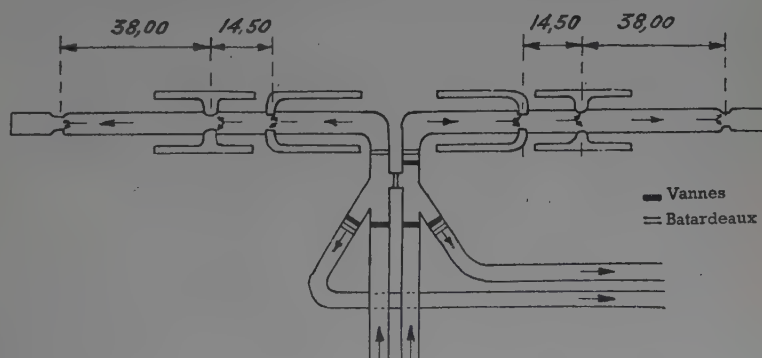
Pour supprimer les sous-pressions, des travaux importants d'injection et de drainage ont été entrepris : sous l'Usine, entre deux rideaux d'injection, l'un à l'amont et l'autre à l'aval, deux lignes de drainages parallèles récoltent les eaux de percolation dans le rocher ; de même, sous le mur barrage, à l'amont d'un rideau de palplanches descendant jusqu'à l'imperméable, un rideau d'injections parallèle et à l'aval du rideau de palplanches un drainage parallèle. L'écluse enfin a elle aussi un dispositif d'injections et de drainages complexe la protégeant des sous-pressions : ces travaux d'injections sont confiés à l'Entreprise de Fondations et Travaux hydrauliques.

II. — LES TRAVAUX

Le lot Usine-Écluse s'étendant sur 1,800 km sur le canal de dérivation, comporte l'exécution de nombreux ouvrages de rétablissements des irrigations, des communications routières, définitifs et provisoires : quoique certains de ces ouvrages soient importants (ainsi, pour le rétablissement du canal de Pierrelatte, a-t-il fallu construire un aqueduc enterré en béton armé de 560 m de long et 4 m² de section), et que leur exécution ait été quelquefois délicate, nous n'en parlerons pas pour éviter d'alourdir cet exposé, de même que nous ne parlerons pas des terrassements, à présent terminés, du canal entre le km 15,5 et le km 17, dont l'exécution a été faite dans de bonnes conditions par des pelles de 2,300 m³ et des scrapers de 8 cubic yards. Nous nous limiterons à l'exposé des travaux de l'Usine elle-même, travaux particulièrement complexes dont la réussite, malgré un programme très serré conditionne en grande partie celle du programme général de mise en service de la dérivation.



1. Alluvions.



udinale et schéma d'alimentation.

A. — TERRASSEMENTS

Il s'agit d'exécuter 4 800 000 m³ de déblais dont 3 300 000 m³ dans la zone des ouvrages (et 1 500 000 m³ dans le canal, du km 15,5 au km 17).

Dans la zone des ouvrages ou zone Usine, l'objectif des programmes terrassements est triple : dégager d'abord dans les moindres délais l'emplacement des ouvrages, puis exécuter, selon la composition des profils en travers type, les digues du canal et en troisième lieu fournir ou mettre en stock les matériaux alluvionnaires pour les bétons.

Les déblais : leur nature.

L'Usine est implantée dans la « terrasse » sur un éperon rocheux sous-jacent dont la partie supérieure est à la cote 46 : cet éperon est recouvert d'une couche d'alluvions graveleuses jusqu'à la cote 52, et en surface de 52 à 60 par une couche de limon graveleux ; le pied de l'éperon est pris jusqu'à la cote 40 dans l'argile pliocène.

Les annexes rive droite sont implantées dans la plaine, qui est constituée par des alluvions modernes : surface du terrain naturel à 48, limon de 43 à 48, sable et gravier de 37 à 43, et argile pliocène au-dessous de 37.

Il y a discontinuité des couches géologiques entre la terrasse et la plaine, discontinuité qui se retrouve dans la pente de la nappe phréatique.

L'avancement des travaux : leurs phases.

Dans la zone Usine, il s'agissait ainsi en commençant en janvier 1948 de dégager dans les moindres délais l'emplacement des ouvrages : le premier objectif étant la fouille des groupes I et II et le deuxième, qui s'est révélé par la suite, la fouille de la tête aval de l'écluse :

Pour dégager la fouille des groupes I et II, plutôt que de dégager la surface totale des ouvrages par passes successives, le travail a dû être mené, pour réduire au minimum les délais d'exécution, par des pelles mécaniques souples et puissantes qui s'enfonçaient en rampe dans le sol, servies par des camions : en 15 mois, elles se sont ainsi enfoncées dans le sol sur une surface de 150 m sur 200 m environ, à 48 m de profondeur par endroits.

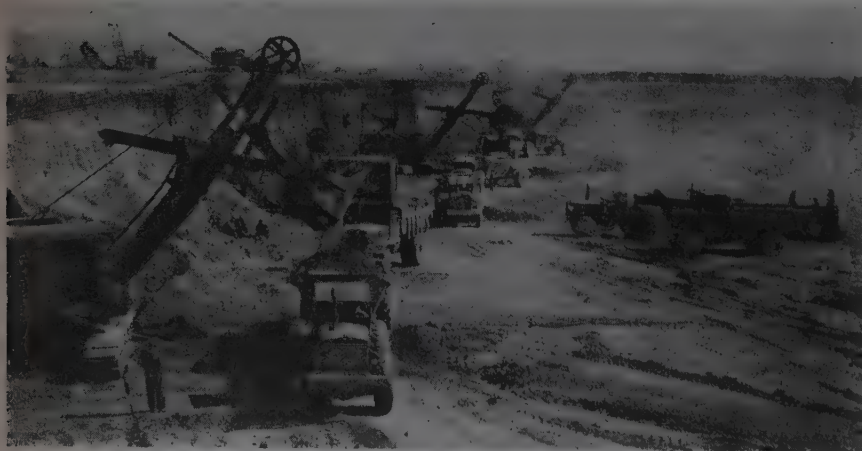


Fig. 66. — Quatre pelles P H dans le limon. Cote 45,50. Juillet 1948.

rampe en lacets à 12 %, en ne déblayant que le minimum utile sur chaque étage, dans des conditions d'assainissement locales très précaires, a imposé en effet une surveillance constante des épuisements et des drainages, un entretien vigilant des engins qui s'arrêtaient seulement le dimanche, et une organisation méthodique et souple à la fois de la distribution des camions à chaque pelle située soit en cul de sac, soit dans une passe d'accès difficile.

Ainsi six phases principales dans la zone Usine peuvent être distinguées pour les travaux de terrassement, depuis l'ouverture du chantier :

Malgré l'abondance du matériel qui avait été concentré, la conduite des travaux resta jusqu'au milieu de 1949, toujours délicate par l'importance des problèmes accessoires qui étaient posés : descendre suivant une

1° De janvier 1948 au 1^{er} novembre 1948 (fig. 67-68).

Trois passes ont été entreprises : de la cote 52 à la cote 60, de 45,50 à 52, et de 41,50 à 45,50, cette dernière passe, en dessous du terrain naturel de la plaine, ayant son plafond entièrement dans l'eau de la nappe phréatique, mais découvrant en grande partie la surface de l'imperméable, la marne. Deux puisards foncés à l'extérieur de la fouille assurent le rabattement partiel de la nappe.

2° Du 1^{er} novembre 1948 au 1^{er} janvier 1949 (fig. 69).

Le matériel est arrivé en presque totalité. La fouille, dans la zone sud-ouest, est entièrement ceinturée par un drain au niveau de la nappe, sur lequel sont branchés trois puisards. L'effort se concentre entièrement sur la descente en deux rampes, parallèles à leur partie inférieure mais décalées de 5 m l'une par rapport à l'autre en hauteur, l'une ayant son accès à la cote 45,50 sur le rocher, l'autre ayant son accès au coin sud-ouest de la fouille. Le fond de cette dernière rampe, après un lacet, est arrivé au pied du rocher à la cote 26.

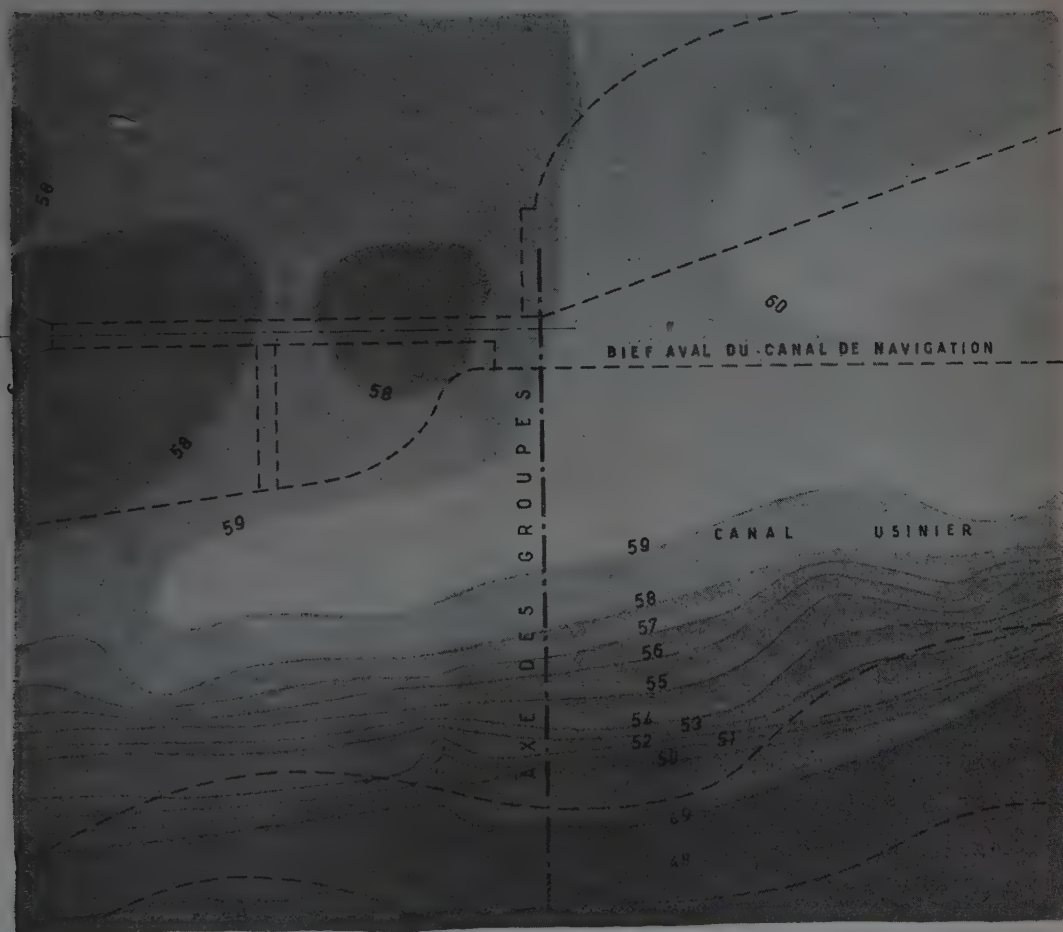


Fig. 67.
Terrain naturel.
1^{er} Janvier 1948.

3° Du 1^{er} janvier 1949 au 1^{er} mai 1949 (fig. 70 et 72).

L'emplacement du groupe II est dégagé à la cote 18 (il reste à régler le fond de fouille). Quatre passes simultanées sont en cours à partir des deux rampes, toutes dans le rocher : une de 39 à 45, une de 33 à 39 desservie par la première rampe, et deux autres desservies par la deuxième rampe, l'une de 26 à 33, l'autre de 18 à 26. La fouille de l'écluse commence par la découverte du rocher à la cote 45,50.

4° Du 1^{er} mai 1949 au 1^{er} août 1949 (fig. 71).

Une extension considérable des terrassements dans le rocher a été donnée à partir de la deuxième rampe, qui s'est ouverte en éventail dans sa partie inférieure, où les emplacements des quatre premiers groupes ont été dégagés à la cote 40.

Fig. 68.
Étages de terrassement
1^{er} novembre 1948.

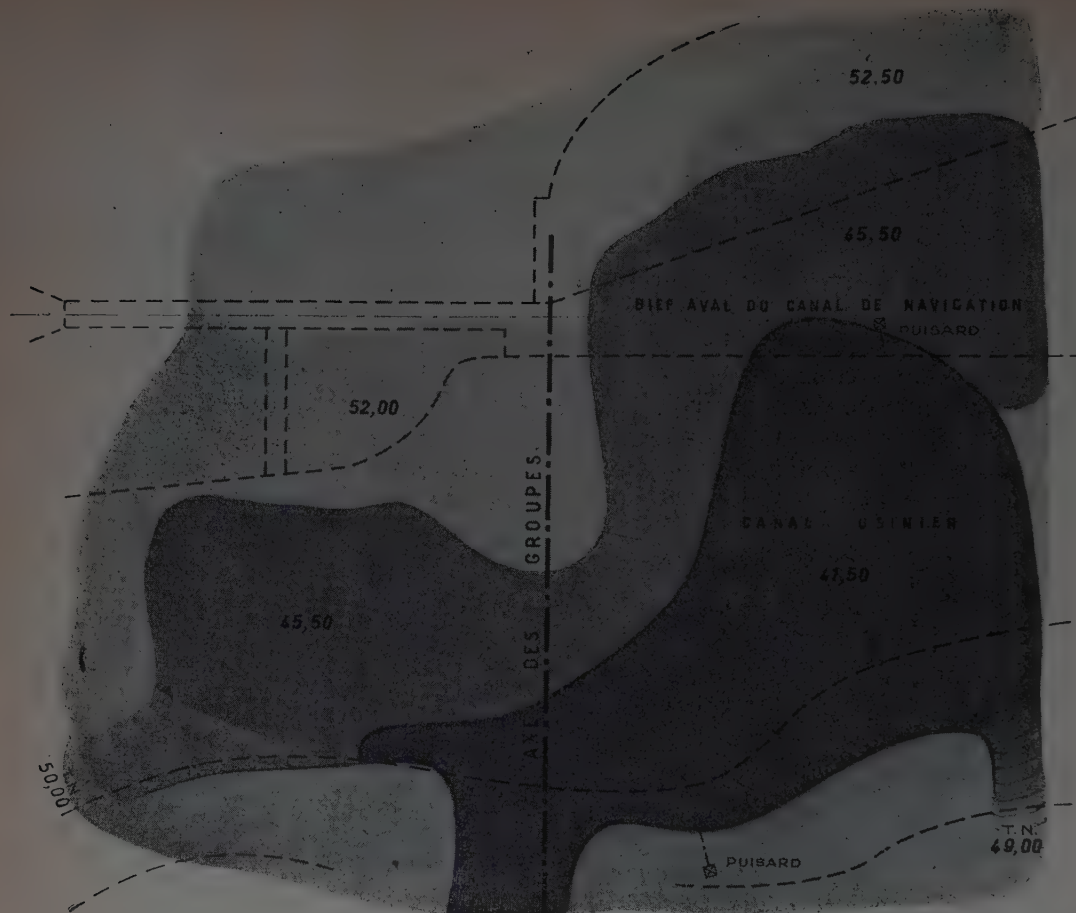


Fig. 69.
Étages de terrassement.
1^{er} janvier 1949.

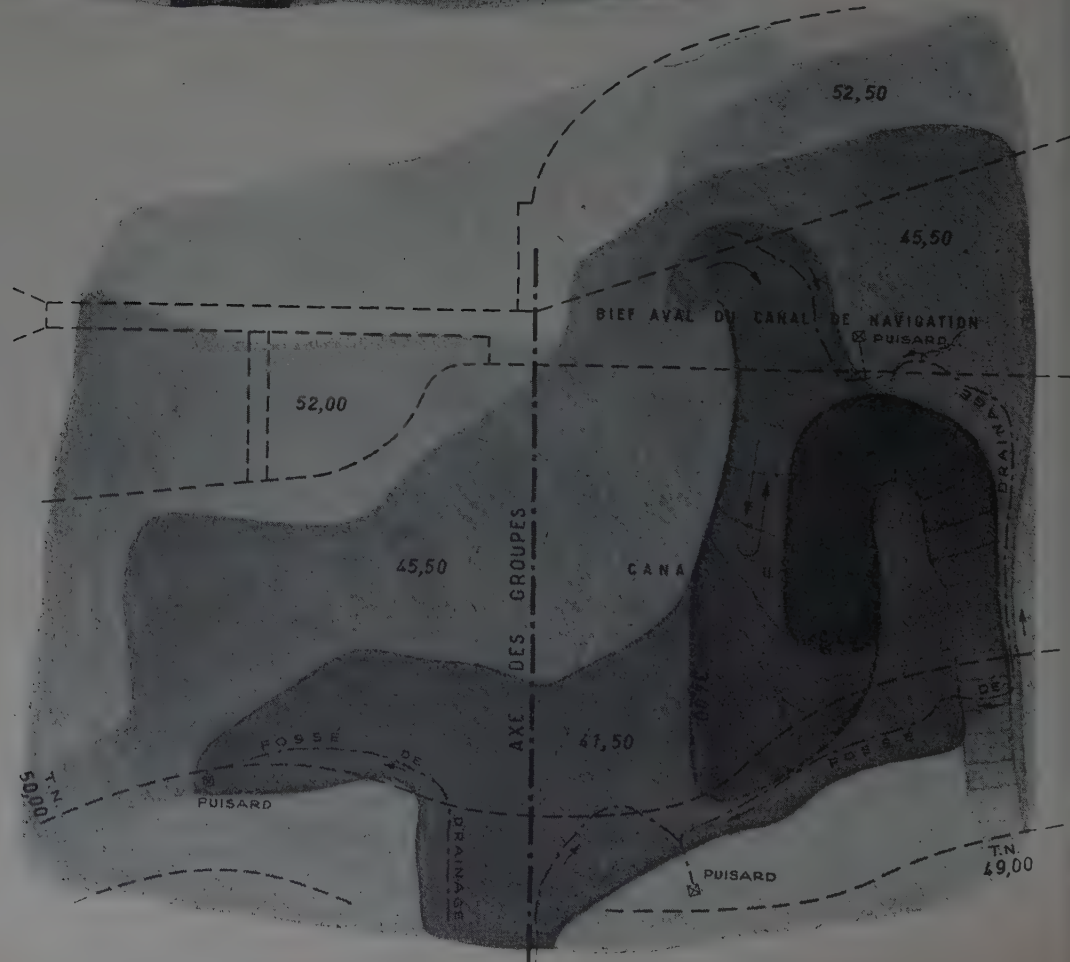


Fig. 70.
Étages de terrassement.
1^{er} mai 1949.

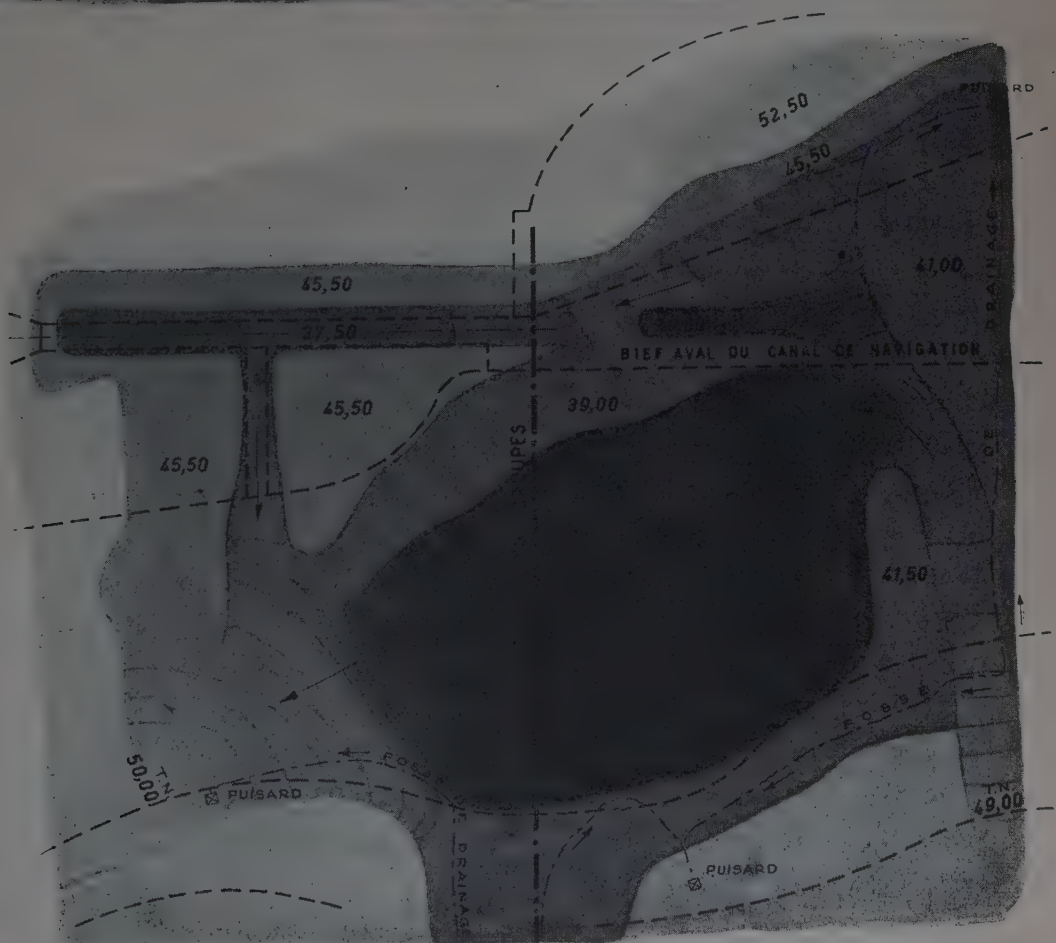


Fig. 71.
Étages de terrassement.
1^{er} août 1949.



Fig. 72. — **Vue générale des terrassements.** Janvier 1949. Au premier plan accès de la deuxième rampe à 45,50.

Par l'utilisation des sondeuses, le nombre des passes a été réduit : trois sont en cours à partir de la deuxième rampe, l'une de 39 à 45,50, une deuxième de 26 à 39, une troisième de 14 à 26. La dernière passe des fouilles de l'écluse commence à la cote 29 par l'extrémité aval. Pendant cette période, les fouilles de l'écluse ont pu être poursuivies par l'attaque en trois points : par l'extrémité amont, par l'extrémité aval et par la tranchée transversale des aqueducs d'alimentation.

5^e Du 1^{er} août 1949 au 1^{er} octobre 1949.

Les emplacements de tous les groupes, suivant la même méthode, ont été dégagés. La fouille de l'écluse se poursuit dans des conditions très difficiles : tranchée de 200 m de long sur 17 m de large. Cette fouille en cul de sac n'a plus comme accès que l'extrémité aval et les tranchées des galeries de vidange : les rendements des pelles de 2,300 m³, desservies par les camions de 10 m³, descendent à 20 % de la normale.

6^e Du 1^{er} octobre 1949 au 1^{er} décembre 1949.

L'effort se concentre sur les fouilles de l'écluse avec deux puis une pelle mécanique. L'accès à la tranchée n'est plus assuré que par la tranchée des galeries de vidange, longue de 100 m, étroite de 14 m. Cependant, le sas aval est entièrement réglé et les fondations de la tête aval peuvent commencer à être bétonnées.

Ainsi en dehors du problème de l'entretien du matériel, deux problèmes délicats furent rencontrés au cours de ces deux ans de terrassements dans la zone Usine : le problème de l'assainissement par épuisement ou rabattement des eaux et le problème d'abattage du rocher.

Les eaux, leur épuisement.

Ce fut le premier problème important à résoudre : avant les travaux, la nappe phréatique naturelle avait son niveau dans la plaine à la cote 47 et dans la terrasse à la cote 52. Au cours d'observations préliminaires, le coefficient de perméabilité des terrains ayant pu être évalué à 10⁻³ m/s, le débit de cette nappe était estimé à 3 000 m³/h pour une fouille d'un périmètre de 1 500 m, comme la fouille de l'Usine.

Pour mettre à l'abri des eaux toute la zone Usine, on aurait pu envisager de créer une enceinte étanche sur son pourtour par un rideau de palplanches ou par un rideau d'argile descendu jusqu'à l'imperméable. Ces dispositions n'ont pas été retenues parce que longues à mettre en place, onéreuses et aléatoires dans leurs résultats (pour le rideau de palplanches, il aurait fallu battre 15 000 m² soit 2 500 t, très difficiles à trouver rapidement en 1948).

En définitive, la protection du chantier contre les venues d'eau s'orienta vers une solution de rabattement par drainage :

Un premier puisard de 4 m sur 4 m, blindé, fut descendu en septembre et octobre 1948 à partir du terrain naturel au sud-ouest du groupe I jusqu'à la cote 37, soit sur 12 m de profondeur. Ce puisard servit d'abord au rabattement de la nappe sous le fond des fouilles avoisinantes, jusqu'au moment où elles découvrirent l'imperméable (argile à 41,50, rocher entre 48 et 45), alors, à partir de ce puisard, des fossés collecteurs furent avancés sur le pourtour de la fouille.

Ainsi, commença le ceinturage général de la zone Usine par un fossé périphérique, creusé dans la marne, recueillant les eaux venant de la nappe extérieure par les résurgences apparaissant sur les talus des alluvions susjacentes, qui sont ensuite rejetées en dehors des fouilles, par épuisement, dans des puisards raccordés aux points bas principaux du fossé.

Le fossé collecteur fut d'abord creusé dans toute la zone périphérique où il y avait de la marne, c'est-à-dire le long des côtés sud et ouest de la fouille, puis il fut complété au nord et au sud par un fossé creusé dans le rocher qui recueillait les venues d'eau bien moins importantes de la terrasse. De même, simultanément avec l'avancement du fossé collecteur, furent installés trois autres puisards.

Ainsi, à partir de mai 1949, la nappe extérieure fut entièrement rabattue par ce drainage périphérique. Le débit total des épuisements a atteint 1 800 m³/h (le débit moyen a été pendant près d'un an de 1 400 m³/h; il est descendu depuis octobre 1949 à 700 m³/h).

La puissance installée pour les pompages est de 650 ch, les quatre puisards d'épuisements généraux ayant un équipement de seize pompes avec des aspirations de 100 à 350 mm de diamètre.

Cet assainissement général des fouilles n'a jamais suffi; il a toujours fallu assainir les fonds de fouilles en y installant des puisards auxiliaires qui rejetaient les eaux drainées dans le fossé collecteur périphérique : pendant la phase d'avancement en rampes, cet assainissement local a été une sujétion importante, car il a fallu avancer très fréquemment les puisards auxiliaires pour toujours assainir le fond d'attaque vers lequel convergeaient les eaux de ruissellement pendant la mauvaise saison, les eaux de percolation dans le rocher et même les eaux d'injection des wagons drills. La puissance installée en épuisements complémentaires est de 180 ch en une quinzaine de pompes moyennes.

Le rocher, son abattage.

700 000 m³ de grès à extraire en 10 mois environ (sur les 850 000 prévus dans les fouilles de la zone Usine), tel fut le problème auquel il fallut s'attaquer après avoir résolu celui des épuisements.

La difficulté du travail au rocher à partir du 1^{er} novembre 1948 tint essentiellement à la perforation : le grès à perforer étant hétérogène en dureté et en structure, coupé de fissures verticales et d'horizons sableux ou argileux quelle que soit la profondeur.

L'équipement du chantier fut d'abord un équipement de perforation pneumatique percutant : marteaux perforateurs de 25 kg et wagons drills à marteaux de 110 kg : l'objectif de l'abattage étant de préparer des volées pour les pelles, les plus hautes possible, il fallut une longue mise au point des procédés à adopter avec ce matériel pneumatique pour arriver à des hauteurs de passe de 4 à 5 m : ainsi l'injection d'eau à 6 kg de pression permit, par une évacuation plus facile des résidus de la perforation, de descendre au wagon drill les trous à 6 m de profondeur (trous d'abattage). De même, une utilisation de forets bidents permit de pousser les trous au marteau de 25 kg à 4 m de profondeur (trous de relevage).

La nécessité de réduire le nombre des passes devenant primordiale, à partir du 1^{er} décembre 1948 pour avoir des abattages en passes de 8 m de haut, des sondeuses rotatives à couronnes de 80 mm de diamètre furent mises en batterie pour forer des trous à 10 m de profondeur : cette méthode de forage réussit grâce à une injection « d'eau lourde » (eau additionnée d'argile très fine), remontant d'une part les résidus des forages et colmatant, d'autre part, les parois du trou.

Après une mise au point qui fut longue et délicate, le plan de perforation se fixa à un trou tous les 4 à 5 m sur des lignes espacées de 3 à 4 m parallèlement au front, le forage étant poussé à 1 m au-dessous du niveau de l'étagère pour bien dégager le pied du front.

Ainsi avec cinq sondeuses, 30 000 m de forages en 80 mm de diamètre, avec 12 wagons drills, 66 000 m de forages en 65 mm environ de diamètre, et avec 22 marteaux perforateurs à main 58 000 m de forages, furent exécutés pour abattre jusqu'à 3 000 à 4 000 m³ par poste de 10 h au cours des mois de pointe, de juin et juillet 1949.

Les réglages.

150 hommes disposant de 30 à 40 marteaux piqueurs et 25 à 30 brise-béton, ont réglé pendant plus de 8 mois les fonds de fouille dans le rocher.

Les réglages les plus importants durent être exécutés dans l'écluse, l'étroitesse de la fouille ayant exigé de dégrossir à l'explosif à plus de 1 m du parement fini, pour éviter d'ébranler les parois verticales.

Le réglage des talus du canal dans les alluvions ou dans la marne a été dégrossi par des pelles en dragline puis fini au bulldozer, les parachèvements à la main étant limités au minimum.

Les décharges et les digues.

Aucun des déblais ne fut mis en dépôt direct; ils furent tous transportés par camions pour être mis en dépôt dans une vaste décharge de 1 km de long sur 200 m de large et 12 m de hauteur, installée le long de la digue rive droite du canal, au nord-ouest de l'Usine.

La décharge fut d'abord montée par couches successives à la cote 60, suivant une bande étroite faisant toute la longueur du futur dépôt : une fois que cette plate-forme, constituée en limon sec provenant de la terrasse propre au roulage, fut réalisée, les matériaux de natures diverses provenant de la fouille furent déchargés en battant au large vers l'ouest, le roulage sur ces nouveaux remblais argileux en grande partie et mal compactés étant amélioré par incorporation de déblais rocheux ou alluvionnaires aux terres fluentes.

Dans le dépôt qui fut ainsi constitué, furent réservées trois alvéoles en forme de secteurs circulaires où furent déversées exclusivement les alluvions extraites des fouilles de l'Usine, ainsi que celles provenant du canal à l'amont : de chacune de ces alvéoles, dont la capacité totale de stockage est de 400 000 m³, sont reprises, par dragline à câble, les alluvions qui, criblées, lavées et, le cas échéant, concassées, serviront comme agrégats aux bétons de l'Usine.

Si la décharge des limons, de l'argile et du rocher, n'a subi aucune sujétion particulière, les dépôts ou la mise en remblai des alluvions provenant de l'Usine, comme du canal à l'amont, ont été une sujétion constante : la constitution de filtres revêtant les talus du canal, comme celle d'une réserve en alvéoles pour les bétons, a exigé en effet un contrôle permanent de l'utilisation de ce matériau, en quantité à peine suffisante pour ces besoins.

Les bulldozers et niveleuses assurèrent le réglage des matériaux sur la décharge ainsi que le réglage et l'entretien de près de 6 km de piste, pour des camions roulant à 40 km/h et atteignant en charge plus de 30 t (pour éviter les nuages de poussière soulevés en été par les camions sur les pistes, deux arroseuses automobiles suffirent à peine à améliorer les conditions du travail).



Fig. 73.

Vue du parc à camions.

Juillet 1948.

Matériel.

Un important matériel fut mis en jeu pour réaliser dans les délais voulus un programme très chargé (fig. 73) :

EXTRACTION

5 pelles de 2,3 m ³	1 pelle de 800 l
4 pelles de 1,5 m ³	3 pelles de 600 l
3 pelles de 1 m ³	3 pelles de 400 l

TRANSPORT

19 tracteurs à semi remorque ouvrant par le fond, de 10 m³
41 camions bennes de 7 m³

MATÉRIEL AUXILIAIRE

8 tracteurs à chenille de 130 ch à la barre
2 tracteurs à chenille de 120 ch à la barre
5 tracteurs à chenille de 80 ch à la barre
1 niveleuse auto-motrice de 100 ch
2 niveleuses auto-motrices de 75 ch
4 scrapers à pneus de 7 m³
2 arroseuses de piste de 10 m³
1 camion de 5 t, ravitailleur en carburant
2 groupes mobiles de graissage sous pression

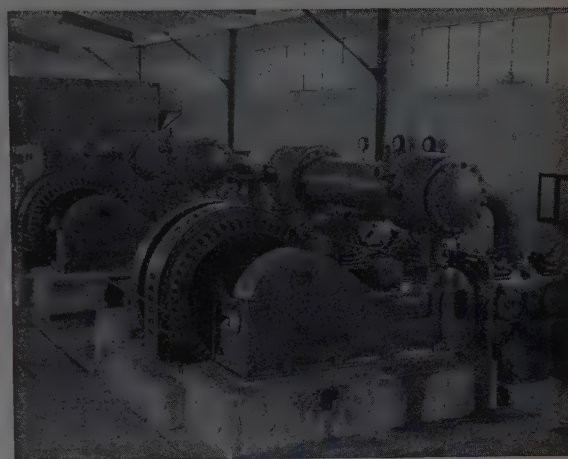


Fig. 74. — Usine d'air comprimé.

Installations.

Pour entretenir en bon état de marche cet important matériel qui, pendant un an et demi, ne s'arrêta pas de travailler sauf en cas de réparations, il fallut, indépendamment d'équipes volantes de mécaniciens, plus de 160 mécaniciens et électriciens en atelier qui disposaient d'installations complètes et de machines-outils perfectionnées :

2 réservoirs à gas-oil de 55 m³;
1 citerne à essence de 3 000 l;
700 m² de magasin pour pièces de rechange, outillage, etc.
350 m² de surface couverte pour l'atelier de mécanique générale;
370 m² de surface couverte d'atelier pour réparation de camions;
320 m² de surface couverte pour le garage de camions en réparation;
100 m² de surface couverte pour atelier électrique;
60 m² d'atelier de réparation des radiateurs;

50 m² de surface couverte pour l'atelier de réparation des pompes;

75 m² d'atelier de charpente;

260 m² d'usine à air comprimé, équipée en cinq compresseurs fixes à 790 ch (disposant d'un réfrigérant de 70 m²) (fig. 74).

40 m² d'atelier de réfection des fleurets et des taillants;

1 dépôt d'explosifs de première catégorie à l'air libre pour 4 t d'explosifs;

1 réseau de distribution d'air comprimé, commun aux chantiers de terrassements et de béton, s'étendant sur 6 000 m de longueur en conduites principales de 6 pouces.

Le réseau de distribution électrique, propre au chantier, est alimenté à un poste de livraison par deux lignes à 13 500 V; de ce poste de livraison, une ligne H. T., propre au chantier « Terrassements », fournit sous 13 500 V un portique de distribution à sectionneurs qui répartit en quatre lignes principales le courant à 13 500 V à 8 postes de transformation d'une puissance totale de 1 250 kVA (chaque poste fournissant du courant B. T. sous 220/380 V). Le chantier « Terrassements » a ainsi 2 000 m de ligne H. T. et 10 000 m de ligne B. T.

Un réseau spécial de distribution d'eau pour le chantier « Terrassements » alimente, à partir d'un réservoir de 9 m³, à 10 m de hauteur, un petit réseau de 600 m dans les « Installations Générales » et dans les Installations « Terrassements ».

Les résultats.

4 000 000 de m³ de déblais ont déjà été exécutés, et pour livrer en temps voulu au bétonnage, les fondations des ouvrages principaux, la production a atteint par mois 250 000 m³ dans le limon et les alluvions et 180 000 m³ dans le rocher, dans des conditions de travail difficiles et épuisantes pour le matériel dont l'entretien par manque de temps n'a pu être longtemps assuré de façon suffisante.

A la fin de l'année 1950, il restait à régler des talus de canal, à remblayer des ouvrages d'usine, à enlever les bouchons amont et aval et la rampe d'accès aux fonds de fouilles, soit 800 000 m³ de déblais à exécuter pour la fin des travaux : travail complexe et délicat, lui aussi, dont les délais seront également tenus, pour la mise en eau générale de la dérivation et la mise en service de l'Usine au milieu de l'année 1952.

B. — BÉTONS

Il s'agit de mettre en œuvre en trois ans 410 000 m³ de béton dont 190 000 m³ armés.

Dans ce délai global, avant la mise en eau de la dérivation, le Maître de l'Œuvre impose une succession de délais partiels qui permettent aux Constructeurs des groupes et aux Installateurs de suivre au plus près, dans leurs montages, l'avancement des travaux du Génie Civil : aussi, dans ses méthodes de travail, comme dans son équipement, l'Entreprise a-t-elle dû s'organiser de façon puissante en installations de bétonnage, et souple dans la distribution des bétons, de façon à être en mesure de porter son effort successivement sur tous les ouvrages dont la mise en service était prévue par la **Compagnie Nationale du Rhône**.

Ainsi l'Entreprise a monté rapidement une installation annexe qui lui a servi à commencer prématurément le bétonnage avant la mise en service de l'installation définitive. De même l'Entreprise s'est équipée en moyens de levage auxiliaires avant que les trois blondins soient mis en service.

L'Entreprise enfin a eu recours le plus possible à la préfabrication pour la toiture comme pour la façade de l'Usine.

a) Les agrégats.

Ce sont exclusivement les alluvions extraites en déblais du canal qui, lavées et classées, sont utilisées pour la fabrication des bétons :

Pour projeter l'équipement des installations de préparation des agrégats, les résultats de sondages ont d'abord servi de base aux études granulométriques : il est apparu alors que les alluvions tout venant du canal n'avaient pas d'éléments supérieurs à 70 mm de diamètre et présentaient un déficit de 0,7 à 6,3 mm de diamètre.

Ces observations ayant été confirmées par la suite, il a fallu prévoir, pour constituer une granulométrie continue des bétons, une installation de concassage et de broyage assurant la compensation à partir des classes excédentaires.

De même, a-t-il fallu renforcer l'installation de lavage des matériaux, les alluvions excédentaires du canal étant, tout au moins au début, trop argileuses.

b) Installation annexe.

Cette installation, montée en six mois, a pu produire en décembre 1948, les premiers bétons d'ouvrages définitifs à la cadence de 200 m³ en moyenne par jour :

Equippée de deux bétonnières de 800 l, de quatre broyeurs, d'un vibro-concasseur et d'une grille de reprise pour le déchargement par camions des alluvions tout venant, elle sert à présent d'installation de secours.

L'installation principale, bien plus puissante, permettant de produire en pointe $120 \text{ m}^3/\text{h}$ de béton, a été beaucoup plus longue à monter : équipée en grande partie de matériel provenant des installations correspondantes du chantier de **Génissiat**, qui avait terminé ses travaux en 1948, elle a été montée en un an, de juin 1948 à juin 1949 date où elle a été mise en service.

L'ensemble des installations particulières qu'elle comporte s'échelonne en chaîne sur une longueur de près de 600 m (fig. 76) : dragues et fosse de reprise des alluvions, station de criblage, lavage, station de stockage, poste à béton.

c) *Les dragues et la fosse de reprise.*

Les alluvions tout venant, suffisamment propres pour être utilisées comme agrégats, ont été approvisionnées soit directement à une fosse de reprise, soit dans trois alvéoles de stockage réservées dans le dépôt général :

Pendant près d'un an, la fosse de reprise a servi presque exclusivement à reprendre des alluvions en provenance des fouilles du canal : ces alluvions étaient déchargées directement par des camions de transport de déblais dans une grande fosse en béton armé de 400 m^3 , couverte d'une grille à barreaux légèrement inclinés vers l'extérieur et munie de trois trappes avec extracteurs à la partie inférieure.

Depuis le mois de juillet 1950, la station de criblage-lavage est exclusivement alimentée par trois dragues à câbles et godet traînant qui reprennent les alluvions dans les trois alvéoles de stockage, où depuis juin 1949 les alluvions ont été accumulées ($400\,000 \text{ m}^3$ de capacité globale pour les trois alvéoles), chacune des alvéoles de 10 m de profondeur constituant un secteur de 100 m de rayon et de 60° d'ouverture, auquel est affecté, pour la reprise, une drague de 80 t/h à godet de 2 m^3 .

Des trémies montées sur les pylônes des dragues et de la fosse de reprise, partent des tapis qui rejoignent et distribuent le tapis d'alimentation de la station de criblage-lavage.

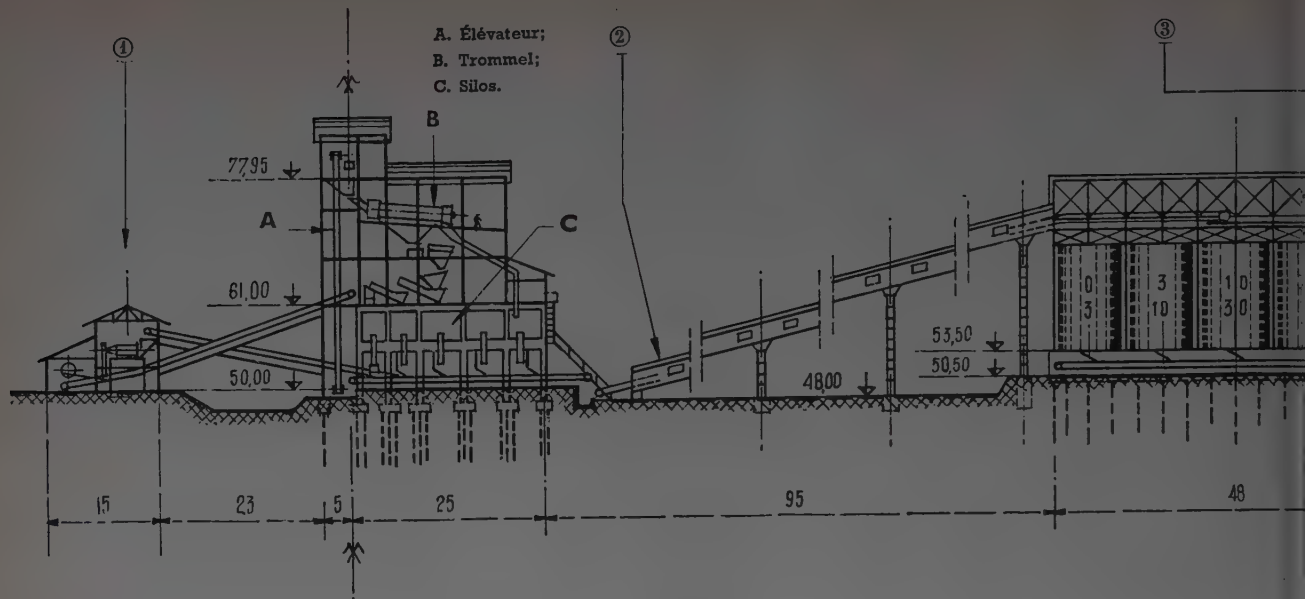
d) *Le criblage-lavage.*

Cette installation était prévue pour un débit horaire de 200 t dans les classes 0/3, 3/10, 10/30, 30/60, 60/120 ; en fait, par suite de l'absence d'éléments supérieurs à 60 mm de diamètre, la classe supérieure 60/120 a été abandonnée.

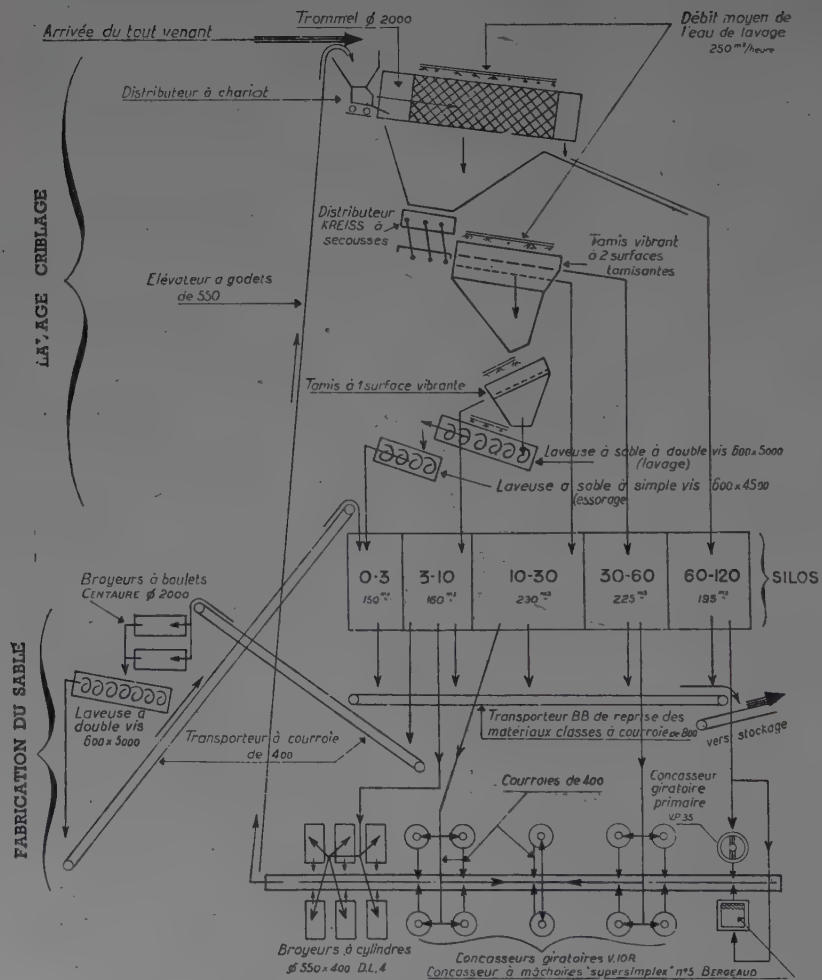
Le bâtiment de 30 m sur 9,50 m et 35 m de haut, en construction mixte, béton armé et charpente métallique, fondé sur pieux (fig. 75), comporte cinq étages dans lesquels à partir du sommet, où arrive le tapis d'alimentation venant des dragues et de la fosse de reprise, sont lavées et criblées par gravité les différentes classes d'éléments. Au sommet, une trémie de 10 m^3 alimente, par l'intermédiaire d'un distributeur à chariot, un trommel laveur et classeur de 11 m de long et 2 m de diamètre, qui élimine les éléments supérieurs à 60 mm de diamètre envoyés au concassage. Les éléments inférieurs à 60 mm de diamètre sont alors répartis dans les



Fig. 75. — Installation de lavage-criblage.



SCHEMA CRIBLAGE-LAVAGE-CONCASSAGE



1. Station annexe de fabrication du sable;

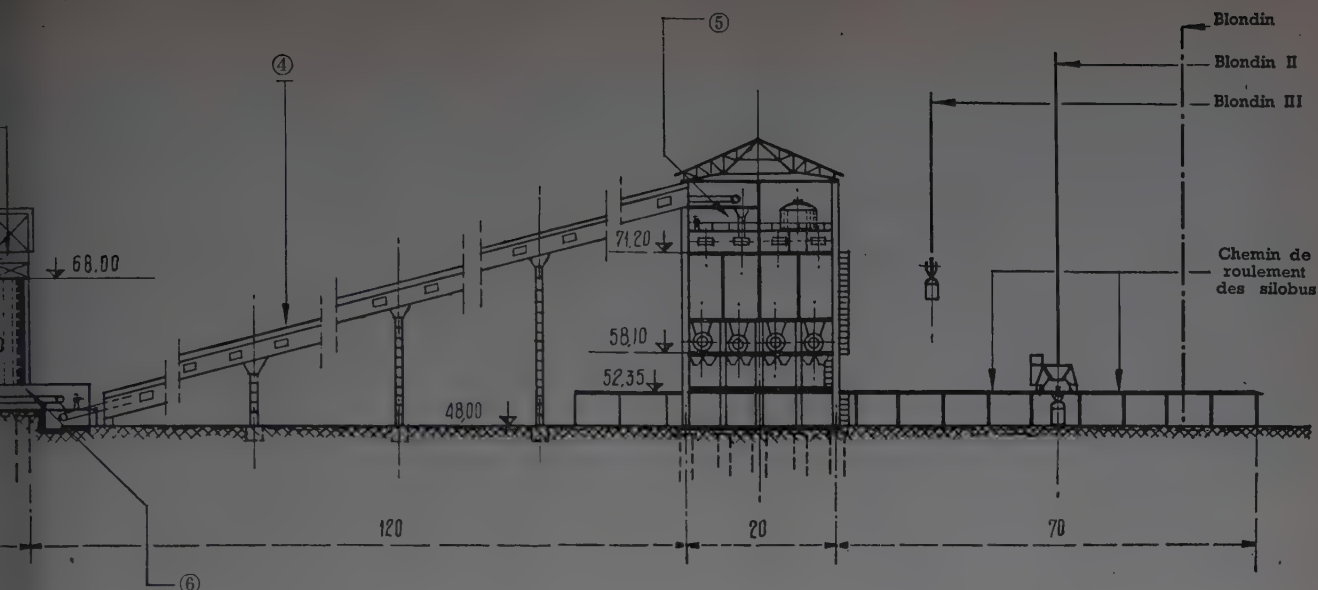
2. Convoyeur, largeur : 0,80 m; longueur : 113 m;

3. Répartition dans les silos des produits classés par convoyeurs mobiles;

Fig. 76. — Chaîne de

000 m³)

POSTE A BÉTON



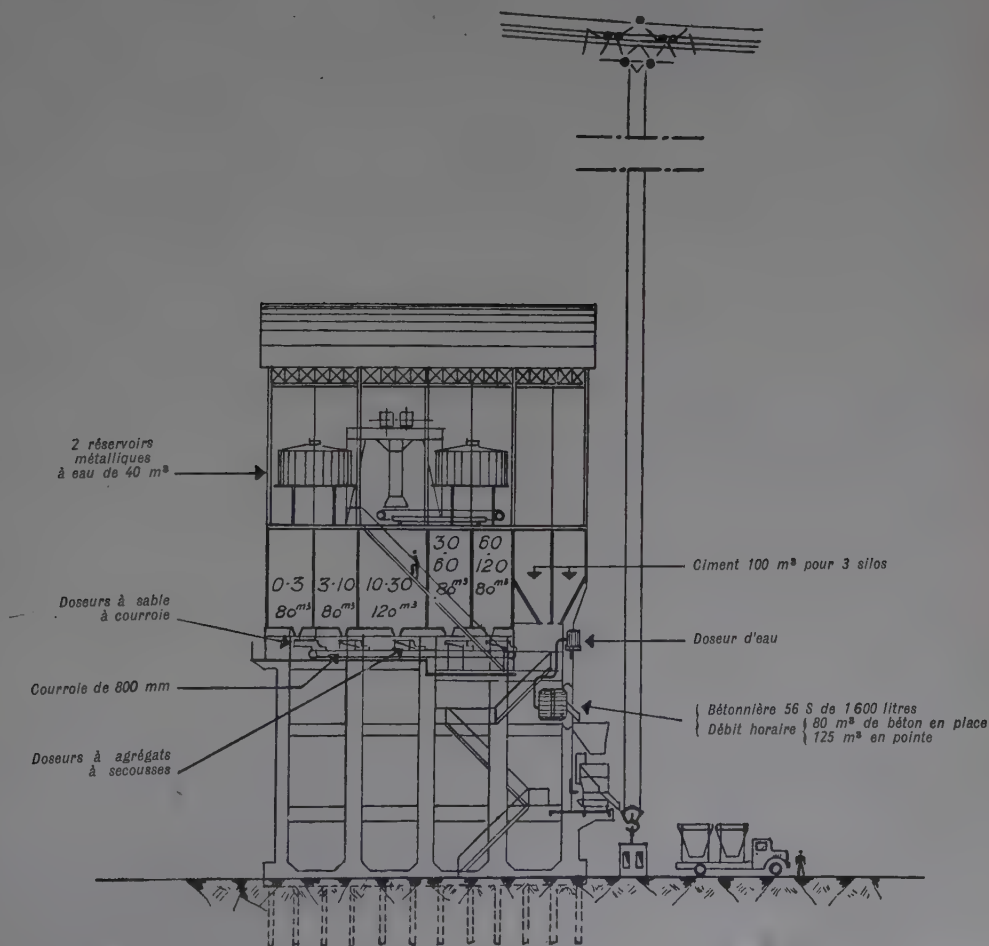
Convoyeur double; 2 courroies de 0,80 m, longueur : 129 m;

Répartition des produits classés par goulottes et convoyeurs mobiles;

2 galeries de reprise sous silos, pour convoyeurs CC-CD de 0,80 m. Longueur 52 m.

lations de bétonnage.

POSTE A BÉTON (Vue latérale)



classes 30/60, 10/30 et inférieures à 10 à la sortie du trommel par deux tamis vibrants à deux surfaces de tamisage superposées, l'une à mailles carrées de 30 mm, l'autre à mailles de 10/32 mm. Puis les éléments inférieurs à 10 mm sont classés en éléments supérieurs à 3 mm de la catégorie 3/10 et en éléments inférieurs à 3 mm par un tamis à grille de 3 mm/7 mm de mailles, enfin les éléments inférieurs à 3 mm sont dirigés sur deux vis laveuses et essoreuses qui séparent le sable 0/3 des boues.

Le lavage dans le trommel même, sur les tamis et sur les laveuses à sable, est assuré à la pression de 6 kg/cm² par deux pompes de 250 m³/h, installées sur un puisard alimenté par la nappe : les eaux, chargées de boues, après lavage, sont refoulées par deux pompes suceuses de 250 m³/h vers des bassins de décantation établis dans la plaine ; 50 000 m³ de boue seront ainsi déposés dans ces bassins pendant la durée des travaux.

Pour constituer la granulométrie prévue, en la complétant à partir des classes excédentaires, une station de compensation importante est annexée à la station de criblage-lavage : cette station comprend deux concasseurs et seize broyeurs (voir tableau ci-dessous) qui peuvent être alimentés en classes 3/10, 10/30, 30/60 et supérieures à 60, et restituent au circuit de criblage, par tapis et élévateurs à godets, les matériaux broyés ainsi obtenus :

TYPE D'APPAREIL	NOMBRE	CLASSE d'alimentation	DÉBIT HORAIRE en tonnes d'un appareil	OBSERVATIONS
Concasseur vibratoire VP 35	1	> 60	40-45	
Supersimplex Burgeaud n° 5	1	≥ 60	35-40	en secours
Vibrateurs V 10 R	10	30/60 et 10/30	12	
Broyeurs à cylindres DL 4	4	3/10	3	
Broyeurs à cylindres BC 4	2	3/10	3	

De même, pour augmenter la quantité de sable 0/3 et pour en améliorer la composition, une station de fabrication de sable a été annexée à la station de criblage-lavage : elle comprend deux broyeurs à boulets de 125 ch chacun pouvant produire, à partir de graviers 10/30, 12 à 15 t de sable 0/3 par heure, remis dans le circuit du criblage par tapis élévateur à godets.

En définitive, les produits criblés et lavés sont classés à la station de criblage-lavage dans cinq silos de capacité totale de 960 m³, d'où ils sont repris par un convoyeur à tapis sous les trémies, de 800 mm de large et 110 m de long, vers le stockage.

e) Le stockage des matériaux.

Cinq silos couverts de 900 m³ chacun en charpente métallique, bardés en bois, fondés sur pieux, servent à stocker les catégories 3/10, 10/30, et 30/60, à raison d'un silo par catégorie, deux silos étant réservés pour la catégorie 0/3.

La reprise des agrégats se fait sous les silos par une galerie à partir de laquelle deux convoyeurs à tapis de 800 mm de large et 125 m de long servent à alimenter le poste à béton.

f) Le poste à béton.

Le poste à béton est un bâtiment en béton armé et charpente métallique, fondé sur pieux, de 21 m × 21 m et 38 m de haut (fig. 77).

Il est partagé en quatre files parallèles identiques, constituant chacune une unité de stockage d'agrégats et de production de béton : chaque file comporte en effet une série complète de silos de 80 à 120 m³ de capacité pour les quatre classes d'agrégats et un silo à ciment de 100 m³ de capacité.

L'ensemble des silos d'agréats est alimenté par le haut du poste à béton, à partir du convoyeur double venant de la station de stockage, par des tapis baladeurs d'alimentation.

Sous chaque série de silos, dans chaque file, des doseurs à secousses pour les trois catégories supérieures, et à courroies pour le sable 0/3, distribuent les agrégats sur un même tapis alimentant la trémie de chargement d'une bétonnière : l'eau de gâchage, de son côté, stockée à la partie supérieure du poste à béton dans deux réservoirs de 40 m³, est dosée automatiquement, ainsi que le ciment, pour être versés directement dans la bétonnière.

Ainsi, à l'extrémité de chaque file qui constitue une unité de production, une bétonnière peut produire un béton de qualité différente, les doseurs de chaque file pouvant être réglés indépendamment d'une file à l'autre : les bétonnières de 1 600 l de capacité, pouvant produire en pointe 30 m³/h, déversent alors leurs bétons dans des trémies de 4 800 l, à fermeture pneumatique.

C'est à partir de ces trémies que peuvent être chargés soit des silobus, soit des camions, soit des bennes, soit des truckmixers.

Déchargement et stockage du ciment.

Le chantier reçoit le ciment par camions, par wagons couverts S. N. C. F. (10 t de charge utile) et par wagons trémies spéciaux de 30 t de charge utile.

Les camions à benne fixe et les wagons couverts S. N. C. F. sont déchargés le long d'un quai, au moyen de trois pompes mobiles de 20 t/h ; les camions à benne basculante et les wagons trémies spéciaux sont déchargés dans une fosse de 10 m³ environ, d'où le ciment est repris par un extracteur à vis de 500 mm de diamètre, pour être refoulé par une pompe de 80 t/h à 20 m de hauteur dans les silos.

Les wagons trémies spéciaux sont divisés en trois compartiments, chargés chacun à la cimenterie par une porte de chargement à la partie supérieure et déchargés chacun au chantier par une trappe munie d'un volet de sécurité à la partie inférieure (la forme en trémie du fond du wagon permet une vidange intégrale et rapide : 2 mn pour 8 t).

L'air comprimé, nécessaire au déchargement et au transport du ciment par tuyaux de 6 pouces, est fourni, sous 2 kg de pression, par quatre compresseurs rotatifs totalisant 300 ch de puissance :

Dans les quatre silos à ciment, cylindres métalliques montés sur une base maçonnée, 4 600 t peuvent être entreposées (deux silos de 1 300 t chacun et deux de 1 000 t chacun).

Pour alimenter les silos du poste à béton, la reprise sous les silos à ciment est assurée par un extracteur à double vis, puis par un convoyeur à vis de 500 mm de diamètre et enfin par une pompe de 70 t/h.

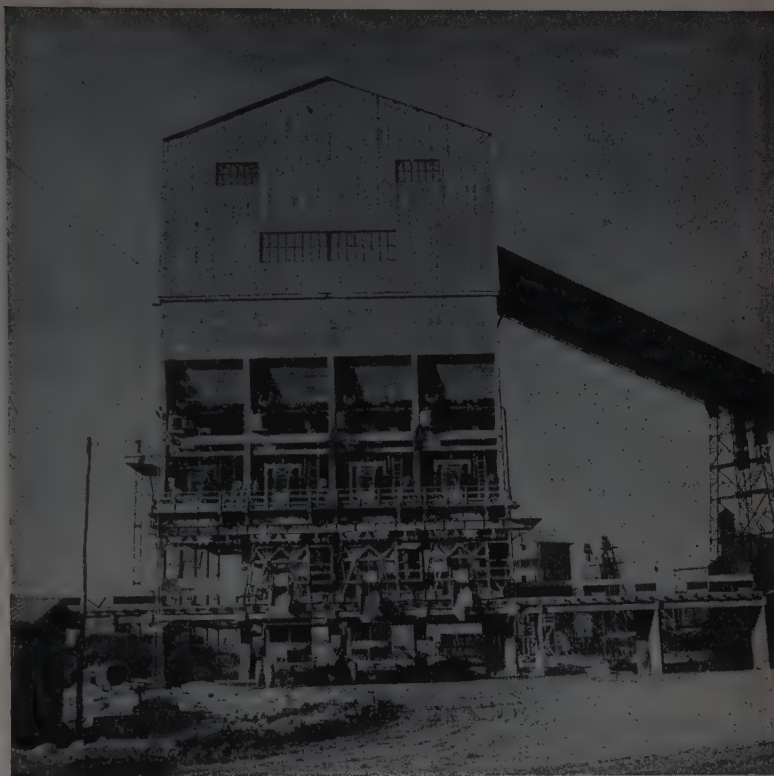


Fig. 77. — Poste à béton.

g) Les bétons, leur transport et leur mise en place.

Blondins.

Trois blondins oscillants d'une portée de 630 m (câble porteur de 62 mm de diamètre, ayant 1 040 m de longueur entre ancrages), écartés de 17 m d'axe en axe, permettent de desservir sur toute leur longueur les zones amont et centrale de l'Usine et du Déchargeur, ainsi que la tête aval de l'Écluse ; la charge utile au crochet est de 9 t. Les pylônes ont une hauteur de 80 m avec dénivelée de 12 m entre les deux rives. Le câble de translation est supporté des deux côtés du chariot par des cavaliers espacés le long de deux câbles à nœuds. Le levage est assuré par un treuil de 300 ch pour une vitesse de 2,20 m/mn, la translation par un treuil de 175 ch pour une vitesse de 4,50 m/mn, et l'inclinaison des pylônes (synchronisée sur les deux rives) par un treuil de 15 ch. La commande des manœuvres se fait à partir de la cabine des treuils sur la rive droite, en liaison par radio avec le chantier de mise en place.

Pour le transport du béton, chaque chariot est muni d'une benne de 2,500 m³, dont la vidange est assurée par l'ouverture d'une porte-secteur à rouleau et lame de caoutchouc à commande pneumatique.

Truckmixers et pompes à béton.

Huit truckmixers sont montés sur des camions pour la distribution du béton aux chantiers d'accès difficile : chargés de 3 200 l de béton au poste à béton, ils peuvent, sur des parcours difficiles, alimenter sans ségrégation des trémies auxiliaires sur le chantier, d'où le béton est repris par des pompes. Six pompes à béton de 15 m³ de débit horaire sont servies par ces truckmixers.

Grues-tours.

Cinq grues-tours de 90 tm, ayant 35 m de hauteur environ et une portée maximum de 30 m, desservent la partie aval de l'Usine et du Déchargeur, les bâtiments annexes de la rive droite et le sas de l'Écluse.

Très utiles, de même qu'une grue de 70 tm et 24 m de portée maximum, pour la manutention des coffrages et des ferrallages, elles servent, d'autre part, à mettre en place, à l'aide de bennes de 1 m³, les bétons dans les parties d'ouvrages qui ne peuvent être distribuées par les blondins (ces bennes, à vidange par le fond, sont amenées au pied des grues-tours sur des camions à raison de trois par camions).

Avant la mise en service des blondins, les bétons furent mis en place au mur barrage, aux groupes I et II, par des chaînes de tapis et goulottes, alimentées dans une trémie de départ par des camions à benne basculante. Même après la mise en service des blondins, cette méthode a continué d'être appliquée aux chantiers d'accès facile par camions, au déchargeur en particulier.

Les coffrages, la préfabrication en atelier.

Les ouvrages comportant peu de coffrages plans, l'utilisation des coffrages métalliques est très restreint.

Pour réduire le travail sur le chantier même, pour accroître la précision des coffrages et augmenter leur réemploi, la presque totalité des coffrages en bois autres que ceux des surfaces planes, a été préfabriquée en atelier. Ainsi, en a-t-il été des coffrages de bache spirale et d'aspirateur (fig. 78), qui, démontables par parties, ont pu être réutilisés trois fois.

Aussi l'atelier de charpente est-il particulièrement important : équipé de douze machines-outils, installé sur 1 800 m² de surface couverte, il lui est adjoint une aire de traçage en plein air de 1 300 m².

Les coffrages de bache spirale et d'aspirateur de galerie, de poteaux, etc., après emploi, sont stockés sur la rive droite sous les blondins, d'où ils peuvent être repris commodément pour de nouveaux emplois après remise en état.

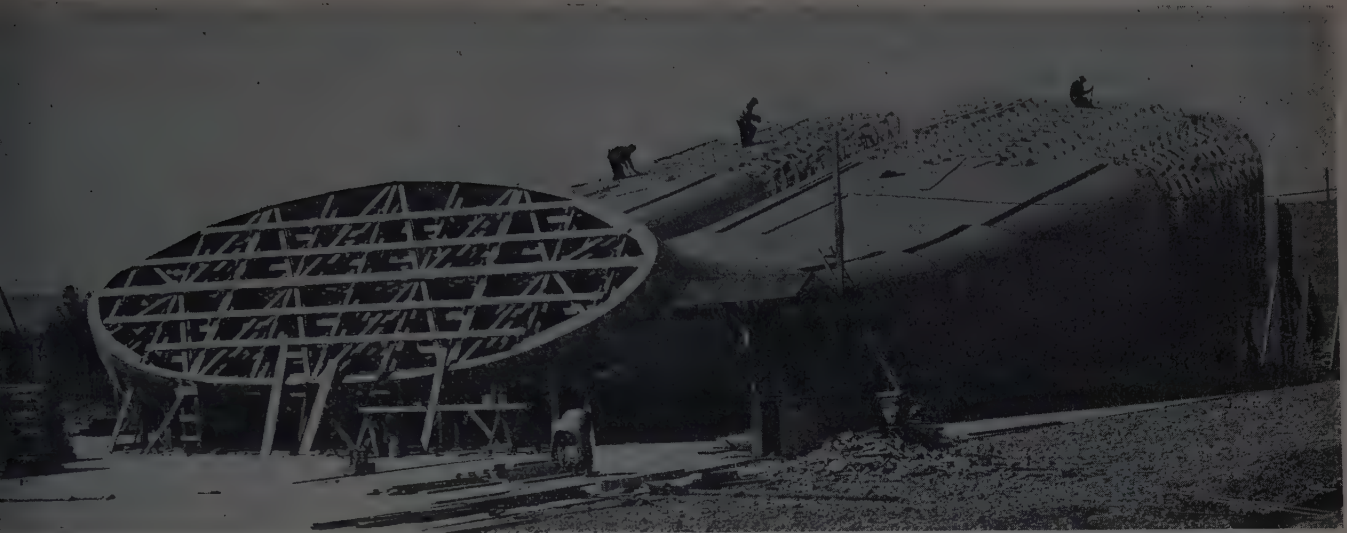


Fig. 78. — Coffrage d'aspirateur sur l'aire de montage.

Il y a lieu de signaler que les bajoyers des sas de l'écluse sont montés avec des coffrages métalliques en grands panneaux de 15 à 20 m de long, composés de petits éléments de 0,50/0,50 assemblés par clavettes sur des entretoises (fig. 79).

Ces panneaux, de 1,50 m de haut, sont attachés au béton de la phase précédente par l'intermédiaire de poutres verticales et de tiges prises dans la masse de ce béton. Après prise de la phase, les panneaux sont élevés de la hauteur d'une phase pour la phase suivante à l'aide de petites bigues en tubes métalliques.

Les installations diverses.

Le chantier des bétons a, comme le chantier de terrassements, des installations spécialisées :

— 780 m² d'atelier (mécanique générale, appareillage électrique, réparation de tapis et de tuyauterie).

— Un réseau de distribution d'air comprimé, branché sur le réseau « Terrassements » de 2 100 m de longueur, en conduite principale de 6 pouces.

— Un réseau de distribution électrique branché, comme celui des « Terrassements », sur un poste de livraison à partir duquel il alimente en 13 500 V neuf postes de transformation et trois cabines mobiles de 5 150 kVA de puissance totale (chaque poste fournissant les courants basse tension sous 220/380 V). Le chantier « Bétons » a ainsi 2 900 m de ligne haute tension et 9 000 m de ligne basse tension.

— Un réseau spécial de distribution d'eau, indépendant du réseau déjà décrit, pour l'alimentation en eau de lavage de la station de criblage : ce réseau alimente, sous une pression de 3 kg, l'ensemble des chantiers en eau pour la protection contre l'incendie : à partir d'un puisard fondé dans la nappe pour un débit horaire de 250 m³/h, deux pompes de 200 m³/h maintiennent rempli un réservoir de 200 m³ installé à 40 m de hauteur sur une charpente métallique d'où part un réseau s'étendant à tout le chantier, de 4 100 m de conduites toujours en pression de 8 pouces à 1 pouce de diamètre, sur lesquelles sont montés des robinets armés et des bobines incongelables.

Un groupe moto-pompe à essence, de secours, de 120 m³/h est, d'autre part, tenu en réserve.

— Des voies d'accès : un faisceau de voies normales raccordé à l'embranchement ferroviaire, qui desservira l'Usine à partir de la ligne S. N. C. F. Pierrelatte-Nyons.

Par ce faisceau, de 3 100 m de voies, sont amenés les principaux approvisionnements : bois, ciment et acier, à l'aide de deux loco-tracteurs de 90 ch assurant la manœuvre des wagons S. N. C. F.



Fig. 79. — Vue en long de l'écluse.

Raccordé au tronçon général de route et de pistes du chantier **Terrassements** un tronçon de 400 m de route goudronnée, établi sur une fondation épaisse parfaitement drainée, descend en rampe du terrain naturel au pied de l'Usine à la cote 20, pour donner l'accès par camions aux grues-tours du béton, des coffrages et des ferrailages.

— Un laboratoire entièrement équipé pour les essais de granulométrie, de ciment et de béton (presses de 200 t, de 350 t et de 1 000 t, étuves et fours électriques, etc.).

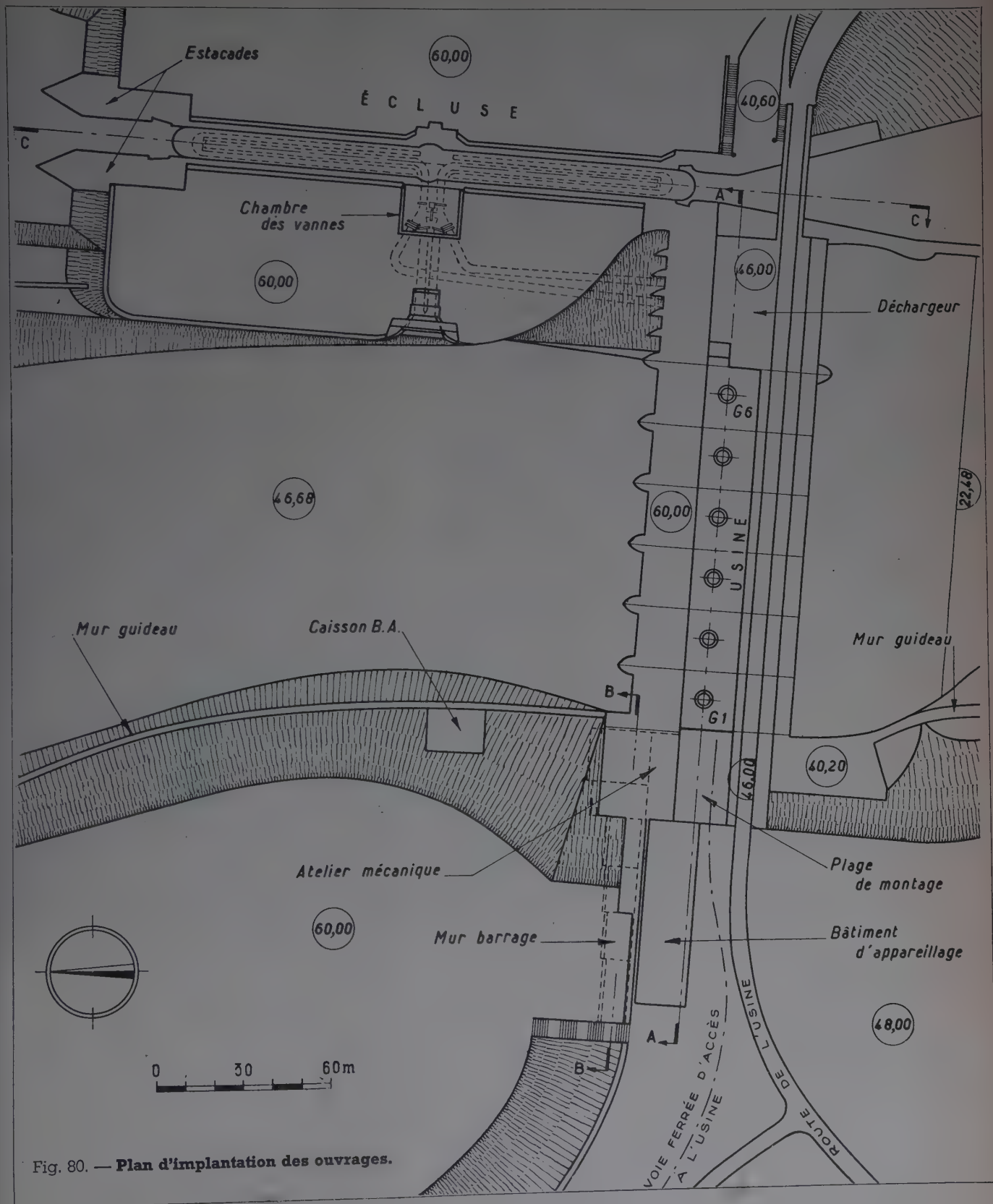


Fig. 80. — Plan d'implantation des ouvrages.



Fig. 81. — Le groupe 1 au 22 juillet 1949.

L'avancement des travaux, leurs phases.

Le planning est organisé de la façon suivante :

La Compagnie Nationale du Rhône, par le marché, assure la coordination de la construction de l'Usine et de l'Écluse, et de son équipement, en fixant à l'Entreprise de génie civil des dates contractuelles de livraisons partielles d'ouvrages, dans lesquelles pourront s'inscrire les programmes des Constructeurs pour le montage des ponts roulants, des turbines, des alternateurs, des vannes, etc.

La direction du chantier adopte comme bases ces dates contractuelles pour établir un programme d'ensemble donnant l'échelonnement des phases dans le temps, puis la cadence de mise en œuvre par ouvrages et parties d'ouvrages, en tenant compte des possibilités globales des productions en particulier pour les bétons.

Les sections Usine, Déchargeur et Écluse, Travaux Annexes, dans le cadre de ce programme d'ensemble établissent des programmes mensuels détaillés :

D'échelonnement des phases dans le temps
par parties d'ouvrages ;
De mise en œuvre journalière des phases ;
De commande et façonnage d'armatures ;
De fabrication de coffrages ;

tandis que le Bureau d'études met au point les plans d'exécution nécessaires, ainsi que les nomenclatures d'aciers et les plans de construction de coffrages préfabriqués.

Depuis le début du bétonnage en décembre 1948, cinq étapes peuvent être distinguées dans l'avancement de la construction des ouvrages :

1^o De décembre 1948 au 23 juin 1949 (fig. 86) :

Les premiers bétons d'ouvrages ont été coulés le 28 décembre 1948 au mur barrage.

Pendant les six premiers mois de l'année 1949, pour découvrir rapidement les fonds de fouilles où seraient fondés les groupes de l'Usine, les pelles mécaniques, ne travaillant plus en passes horizontales, se sont enfoncées en rampes et ont découvert largement l'emplacement des groupes I et II et le 23 juin 1949 les bétons de la première phase du groupe I sont coulés. Fin juin, tandis que le bétonnage de la galerie des câbles commençait, celui du mur barrage atteignait :

la cote 48 aux plots F, E et D ;
la cote 44 au plot C ;

la cote 41 au plot B ;
la cote 34 au plot A.

2° Du 23 juin au 10 décembre 1949 (fig. 87) :

Pendant cette période, les chantiers de mise en œuvre des bétons prennent de l'extension, mais l'effort se concentre sur le bétonnage du groupe II conformément au programme général.

Le 10 décembre, les bétons du groupe II sont montés à la cote 26 dans la partie centrale, **soit 15 j avant la première date contractuelle.**

A cette date, les bétons étaient montés :

Au mur barrage, à la cote 48 pour les plots A, B, C, D ;	Au Groupe I, à la cote 26 dans la partie centrale,
à la cote 50 pour le plot E ;	Au — III, à la cote 19 — — —
à la cote 53, pour le plot F ;	Au — IV, à la cote 17 — — —
à la cote 56, pour le plot O.	Au — V, à la cote 17 — — —

A la plage de montage, à la cote 58,20 sur les chaînes de roulement des ponts.

3° Du 10 décembre 1949 au 25 mai 1950 (fig. 88) :

Pendant la période précédente, les terrassements de l'écluse avaient été particulièrement poussés pour découvrir les fonds de fouille où serait fondée la tête aval ; ainsi le bétonnage de l'Écluse a pu commencer le 21 décembre.

Pendant la troisième période, l'effort du bétonnage s'est concentré sur la construction de la

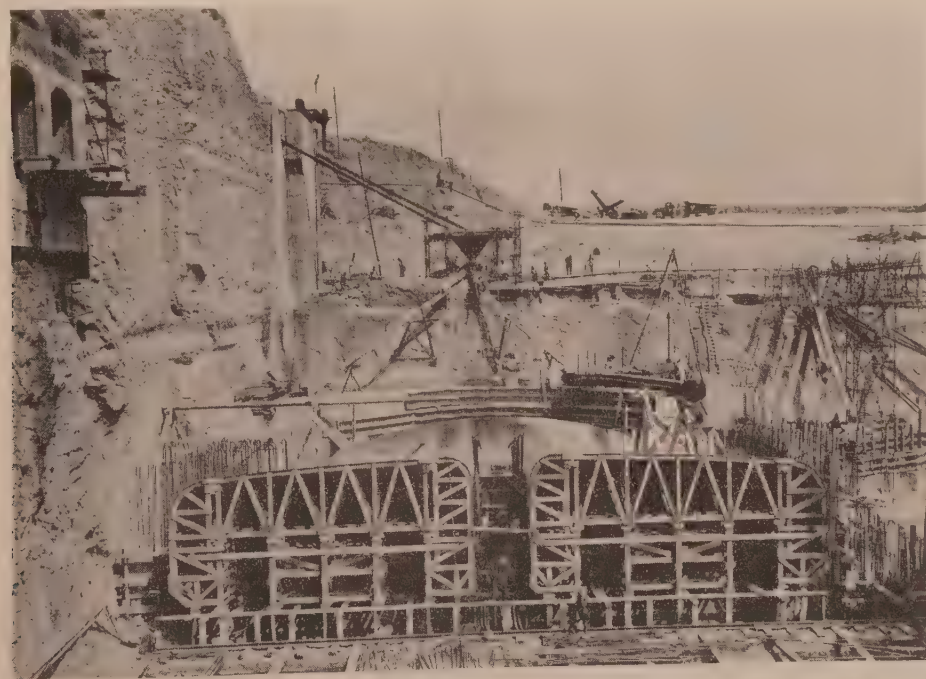


Fig. 82. — **Le groupe I au 23 août 1949.** Les coffrages d'aspirateurs sont en place.

plage de montage, dont le chemin de roulement des ponts a pu être livré au Constructeur le 25 mai **soit trois semaines avant la date contractuelle prévue.**

De façon générale, cependant, le nombre des chantiers de bétonnage a été progressivement augmenté pour donner, en fin de période, le maximum de possibilité de mise en place des bétons et utiliser alors à plein la capacité de production des installations.



Fig. 83. — **Le groupe I au 5 janvier 1950.**
L'aspirateur est coulé, le coffrage de la bache spirale est en place.



Fig. 84. — **Le groupe I au 13 février 1950.**
Ferrailage de la bache spirale.

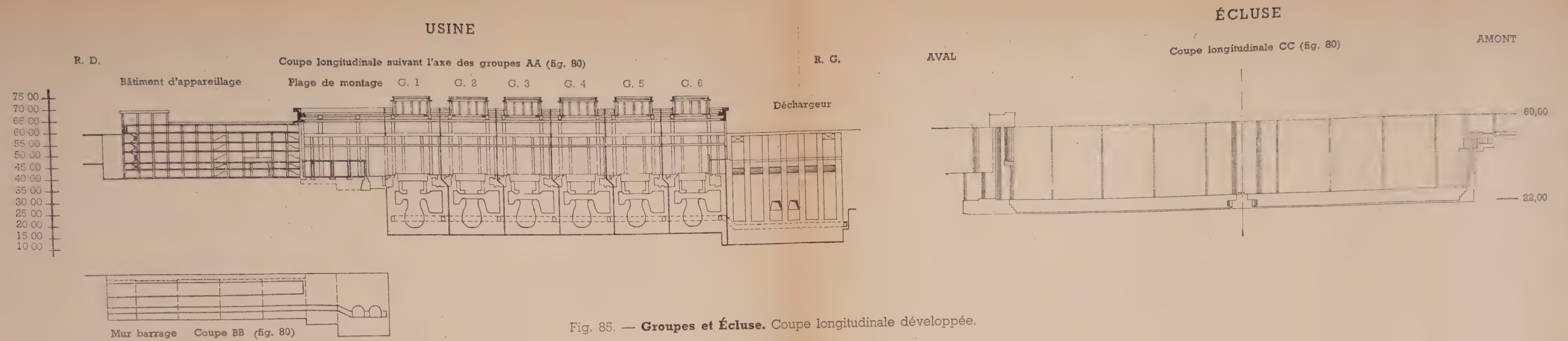
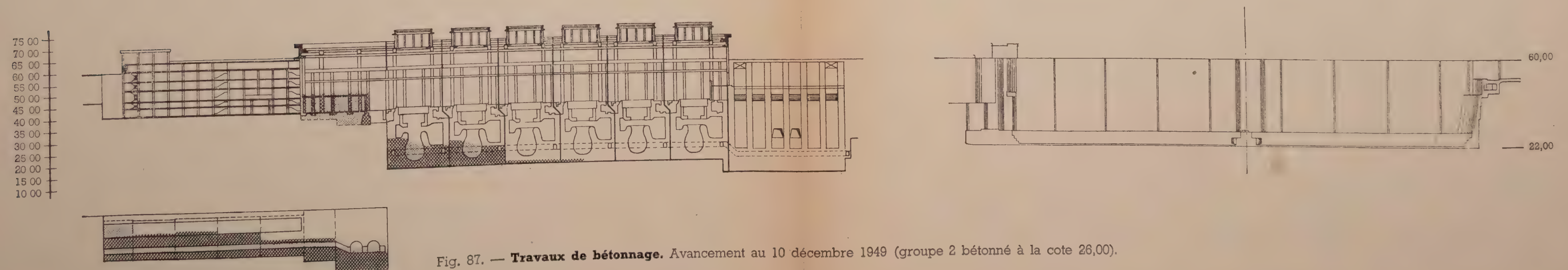
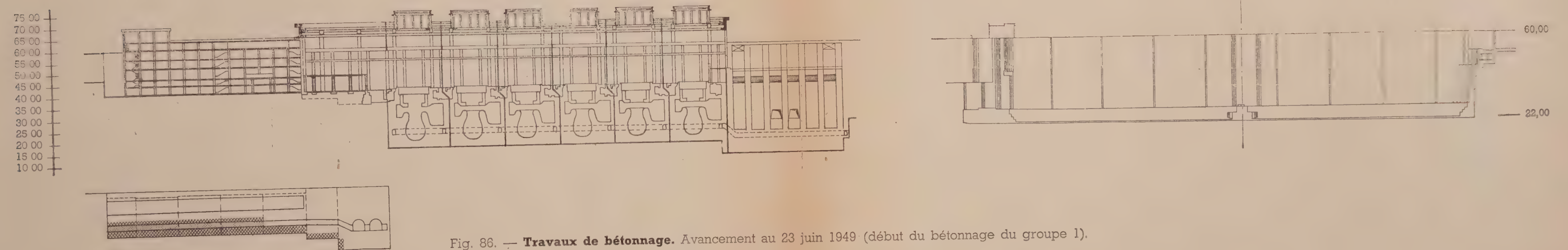


Fig. 85. — **Groupes et Écluse.** Coupe longitudinale développée.



USINE

ÉCLUSE

R. D.

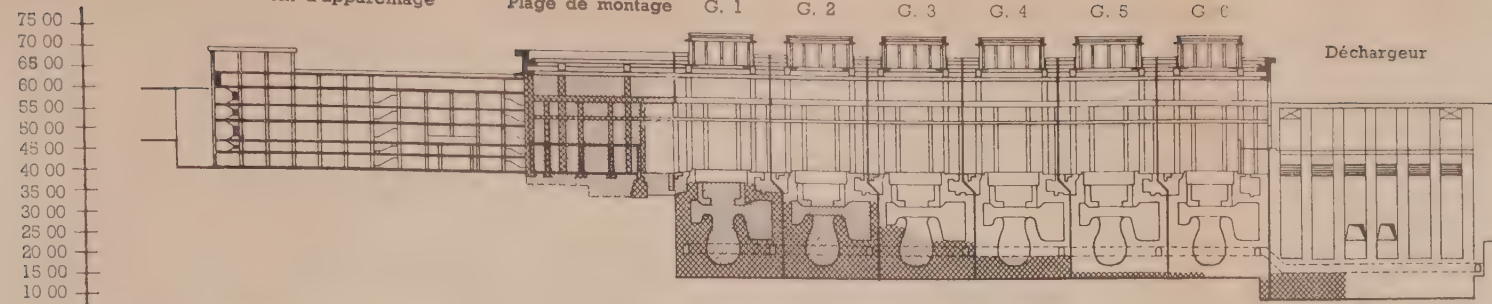
Coupe longitudinale suivant l'axe des groupes AA (fig. 80)

R. G.

AVAL

Coupe longitudinale CC (fig. 80)

AMONT



Mur barrage Coupe BB (fig. 80)

Fig. 88. — Travaux de bétonnage. Avancement au 25 mai 1950 (chemin de roulement de la plage de montage des coffres)

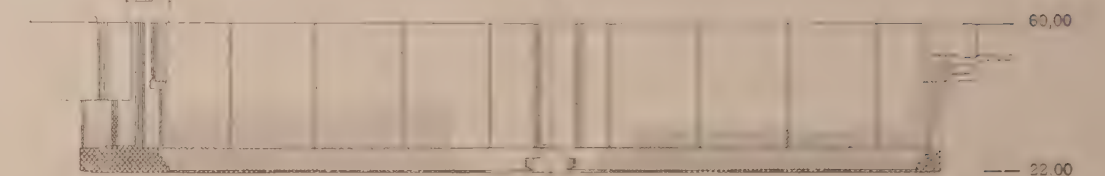
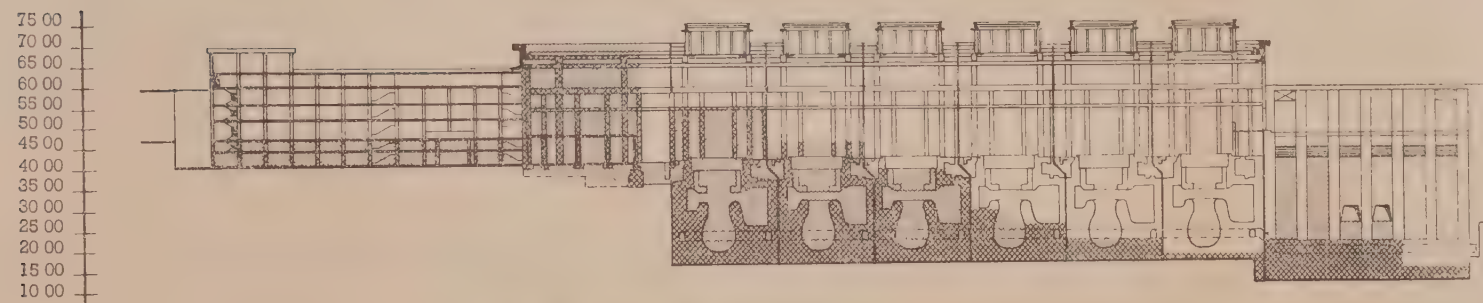


Fig. 89. — Travaux de bétonnage. Avancement au 15 septembre 1950.

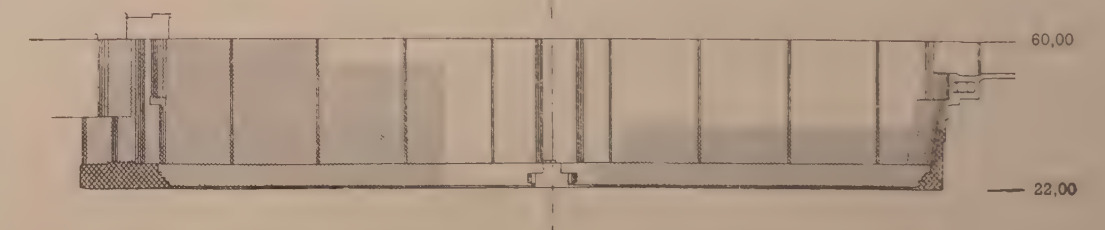
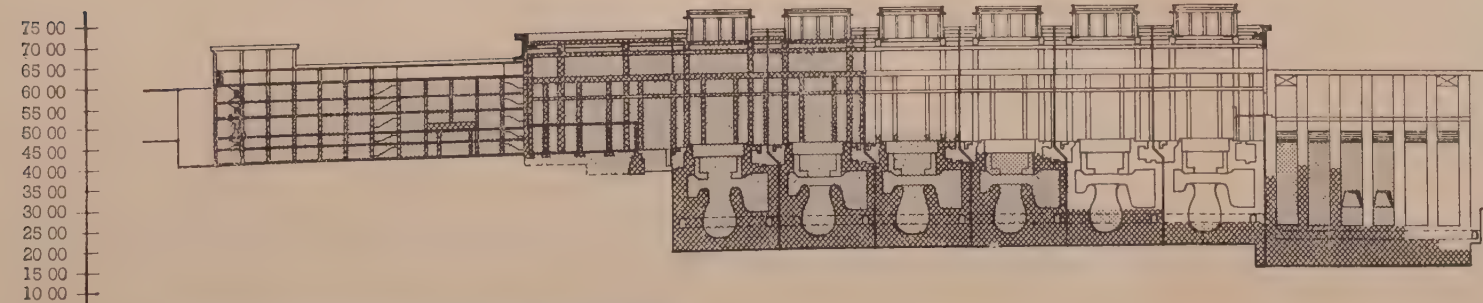


Fig. 90. — Travaux de bétonnage. Avancement au 15 janvier 1951.



Fig. 91. — Usine, Déchargeur et tête aval de l'Écluse. Vue générale de l'aval au 20 juillet 1951.

Au 25 mai 1950, les bétons étaient montés :

Au mur barrage, à la cote 58 pour le plot A ;	Au Groupe IV, à la cote 19,00 dans la partie centrale ;
à la — 55 pour le plot B ;	— V, à la cote 17,00 — —
à la — 53 pour le plot C ;	— VI, à la cote 17,00 — —
à la — 60 pour les plots D, E, F, O.	A l'Écluse : tête aval à la cote 36,50 ;
Au Groupe I, à la cote 41,70 dans la partie centrale	sas aval à la cote 34 ;
(cote du plancher de la salle des machines) ;	sas amont à la cote 27 ;
Au Groupe II, à la cote 36,00 dans la partie centrale ;	Au Bâtiment d'appareillage, à la cote 41,60 sous le pre-
— III, à la cote 26,00 — —	mier plancher.

4° Du 25 mai 1950 au 15 septembre 1950 (fig. 89) :

Les chantiers de la tête aval d'Écluse, des groupes I et II, et du bâtiment d'appareillage, sont particulièrement poussés :

Le 15 septembre 1950, les bétons étaient montés :

Au Groupe I, à la cote 60 dans la partie centrale ;	A l'Écluse : tête aval à la cote 50,
— II, à la cote 54 — —	sas aval à la cote 47,
— III, à la cote 39 — —	sas amont à la cote 36.
— IV, à la cote 30 — —	Au Bâtiment d'appareillage : partie ouest à la cote 48,10
— V, à la cote 17 — —	(plancher du 2 ^e étage)
— VI, à la cote 17 — —	partie est à la cote 52,33
	(plancher du 3 ^e étage).

Le mur barrage était terminé à la cote 60 depuis le début du mois d'août.

5° Du 15 septembre 1950 au 15 janvier 1951 (fig. 90) :

La fin de l'année 1950 aura été la période la plus chargée en travaux délicats et urgents : cependant

Le chemin de roulement des ponts a été mis à la disposition des Constructeurs le 29 novembre, en avance sur la date contractuelle.

L'emplacement de la porte aval de l'Écluse a été mis à la disposition des monteuses le 27 décembre, en avance sur la date contractuelle.

Le bâtiment d'appareillage a été mis partie ouest à la cote 60,90 (plancher du 5^e étage), partie est à la cote 56,30 (plancher du 4^e étage), à la disposition des monteuses le 23 décembre 1950, en avance sur la date contractuelle.

Enfin, le gros œuvre des Groupes I et II (toiture comprise) a été terminé le 12 janvier 1951, en avance sur la date contractuelle.

La préfabrication : Toiture et façade.

Dans les superstructures de l'Usine (au-dessus du sol de la salle des machines), l'ossature (poutres, chemin de roulement des ponts et corniches) seule est construite en première urgence, la toiture et le remplissage des façades étant posés rapidement en deuxième urgence.

Ainsi, 240 poutres U en béton précontraint de 0,80 m de haut, 0,73 m de large et 16,50 m de long constitueront la toiture en terrasse des groupes et de la plage de montage.

Ces poutres, de 7,5 t chacune, sont placées par blondins en travers de l'Usine de corniche à corniche. Elles sont alors serrées fortement les unes contre les autres par des tiges d'assemblage filetées et manchonnées. Puis une étanchéité à couches multiples est posée sur la dalle ainsi constituée rapidement sans échafaudage.

De même, 33 000 produits moulés en bétons, éléments de claustras vitrés ou éléments pleins de 20 cm d'épaisseur, montés en maçonnerie entre les poteaux d'ossature constitueront le remplissage des façades amont et aval d'Usine, ainsi que de la plage de montage : 3 000 m² de façade pourront ainsi être maçonnés rapidement en deuxième urgence.

L'appareillage en mosaïque de ces claustras donnera à l'Usine, vue de l'extérieur sous le soleil éclatant du midi, un aspect somptueux.

A l'intérieur de l'Usine au contraire, la lumière indirecte et diffuse transmise par les surfaces éclairantes très divisées et réparties des claustras, augmentera le caractère simple et grandiose de la salle des machines.

Les résultats.

215 000 m³ de béton avaient été mis en œuvre fin 1950 dans la construction d'un ensemble particulièrement complexe d'ouvrages d'une exécution difficile, soit du fait des formes hydrauliques (entrée d'eau, bêche spirale, aspirateur, vidange d'écluse, etc.), soit du fait des formes architecturales (poteaux à profil variable, claustras, etc.).

Depuis juin 1949, la production des bétons a été en moyenne de 11 000 m³ par mois, elle a atteint, en juin 1950, 21 000.

Pour terminer à fin 1951 la construction des ouvrages prévus qui représentent au total 420 000 m³ de béton et béton armé environ nécessitant :

600 000 m³ d'agréats ;
130 000 t de ciment ;
15 000 t de ronds à béton armé ;
12 000 m³ de bois ;

la production des bétons a dû se maintenir à la cadence de 14 000 à 18 000 m³ de béton pendant les neuf premiers mois de 1951, pour la construction de murs, de guideaux, de superstructures d'ouvrages, travaux dispersés, d'accès souvent difficile, mais qui ont pu être exécutés dans les délais comme l'ont été les grosses masses de l'usine, du déchargeur et de l'écluse.

Conclusions.

Les services terrassements et bétons, responsables de l'exécution, sont intégrés à une organisation générale puissante qui comprend par ailleurs des services administratifs (comptabilité générale, approvisionnements, service social) et des services techniques (études, planning, comptabilité technique), dépendant d'une même direction générale (160 appointés dans les services généraux).

La qualité et la puissance de cette organisation et du matériel, la compétence des techniciens, le dynamisme des Entreprises qui assurent depuis le début des travaux à ce Chantier, groupant le tiers des travaux de l'aménagement, une régularité d'horloge dans l'avancement, permettront sous l'impulsion de la **Compagnie Nationale du Rhône** de livrer au réseau électrique au milieu de 1952 les premiers des 2 milliards de kWh de la chute de Donzère-Mondragon, produits alors dans l'une des plus belles centrales hydroélectriques françaises, l'**Usine André Blondel**.

TERRASSEMENTS

COMPAGNIE DES ENTREPRISES HYDRAULIQUES ET DE BÉTON ARMÉ

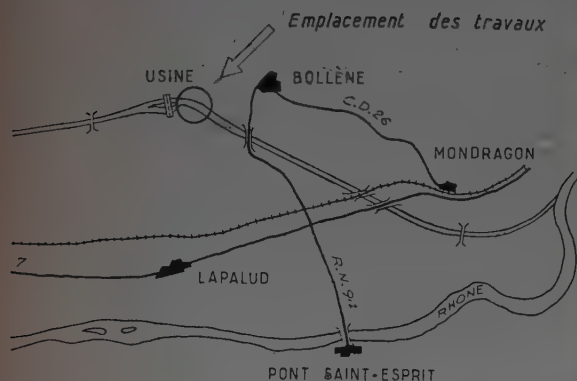


Fig. 92. — Emplacement des travaux.



Fig. 93. — Vue générale du chantier. Au premier plan excavateur I.

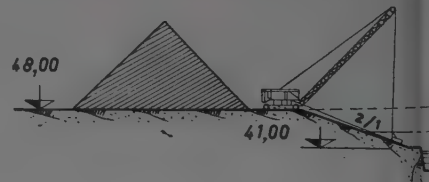
Les terrassements confiés à cette entreprise constituent un lot très particulier situé immédiatement à l'aval de l'Usine dans la zone de raccordement de la sortie de l'Écluse et de la sortie de l'Usine et du Déchargeur. Ils sont caractérisés :

Au point de vue topographique par la profondeur exceptionnelle de l'excavation qui atteint 37 m (de 61,00 à 23,65) et par la grande largeur des profils : 355 m au Pt km 17 + 558 et 245 m au Pt km 18 + 208.

Au point de vue géologique par la hauteur de la marne qu'il s'agissait d'entailler sur 18 m de hauteur.

Les dimensions de la fouille ne permettaient pas d'envisager la mise en dépôt direct des déblais suivant le principe général adopté sur l'ensemble du canal et l'on ne pouvait prévoir que l'emploi conjugué d'engins d'excavation et de moyens de transport capables de desservir les dépôts dont le cube important des déblais nécessitait une grande emprise.

Étant donné la difficulté du transport due à l'élévation des déblais jusqu'à une cote supérieure de 40 m à celle du plafond du canal, l'emploi d'excavateurs à godets réalisant eux-mêmes une première élévation intéressante était indiqué dans ce lot.



DÉPOT III

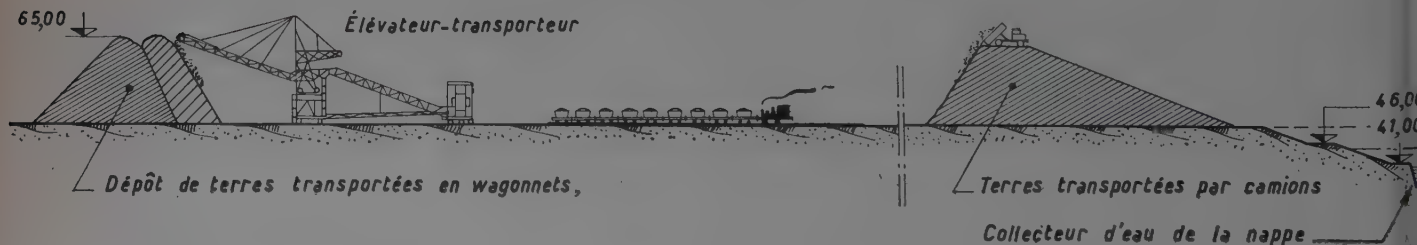


Fig. 94. — Schéma de l'installation de transport.

La majorité des terrassements a donc été confiée à des engins de cette sorte desservis par des voies ferrées métriques et par des camions.

Matériel.

Le matériel mis en œuvre par l'Entreprise comprenait :

	ÉLINDE	GODETS	CAPACITÉ	PUISSANCE
2 excavateurs.	8 m	26	125 l	75 ch
2 —	13,50 m	32	240 l	150 ch
1 —	12 m	36	240 l	150 ch
1 —	27 m	32	300 l	250 ch

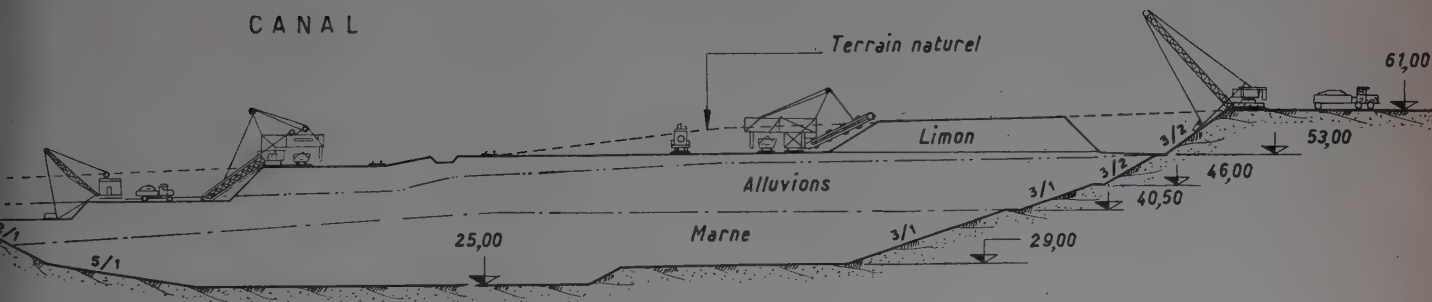
1 transporteur 3 tapis = 6 m — 26 m — 22 m

1 dragline	2 100 l	100 ch;
1 —	1 000 l	90 ch;
1 —	1 000 l	105 ch;
1 —	350 l	50 ch;
1 —	2 300 l	160 ch;
1 —	2 100 l	150 ch;

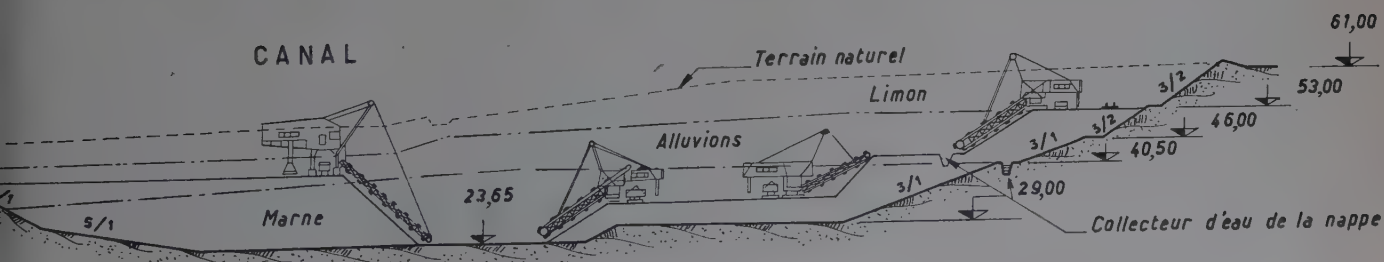
9 tracteurs Caterpillar;
1 niveleuse;
2 Euclids;
7 scrapers;
26 locomotives;
150 wagonnets de 6 m³;
70 wagonnets de 3 m³;
10 km de voie 0,90.



Fig. 95. — Excavateurs E II et E IV.



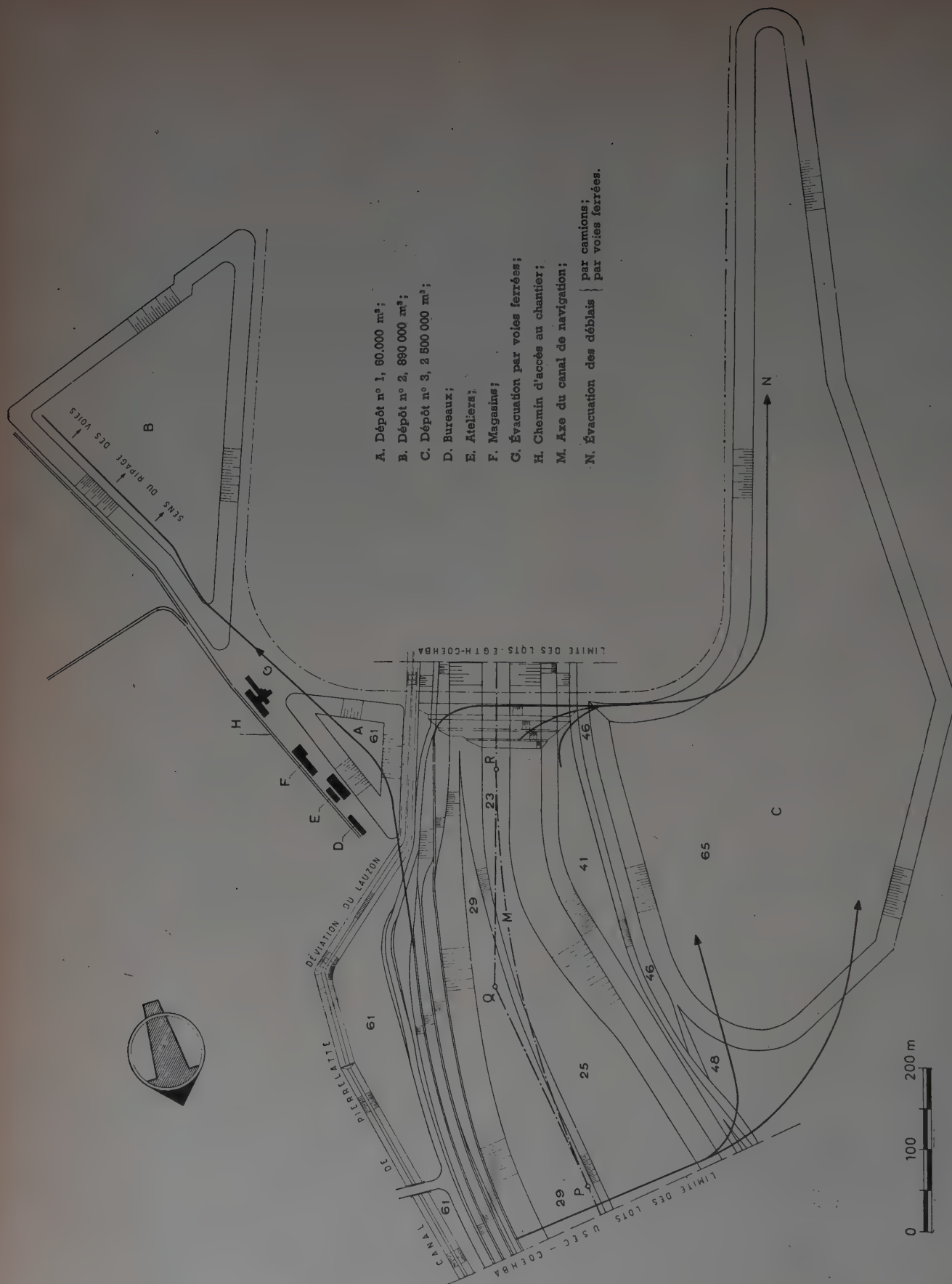
a) Phases I et II.



b) Phases III et IV.

0 50 m

assements au km 17 + 858.



Procédé d'exécution.

Pour les raisons indiquées ci-dessus, le volume des terrassements du lot, malgré la faible longueur de la section du canal (692 m du Pt km 17 + 518 au Pt km 18 + 210) atteint le chiffre de 3 450 000 m³ répartis de la façon suivante :

- 1 530 000 m³ de marne
- 740 000 m³ de gravier
- 1 180 000 m³ de limon et terre végétale

Les terrassements furent conduits d'après le schéma classique par passes horizontales, les engins étant placés successivement à la cote 61 puis à la cote 53, 46, 41, 34. Les deux schémas (fig. 94) indiquent les dispositions adoptées dans les quatre phases principales.

Épuisements.

La conduite des travaux exigeait un épuisement complet de la fouille. Les eaux de la nappe phréatique furent collectées à la surface supérieure de la marne, c'est-à-dire à une cote élevée et évacuées à l'aval dans la souille des dragues. Dans ces conditions les travaux d'excavation purent se développer sans aucune difficulté dans une marne pratiquement sèche en dehors des périodes de pluie.

Les puisards étaient équipés de :

- 6 pompes de 100 Ø ;
- 2 — de 150 Ø ;
- 1 — de 180 Ø ;

- 8 pompes de 200 Ø ;
- 1 — de 250 Ø ;
- 2 — de 300 Ø ;



Fig. 98. — Vue générale du chantier. Excavateur VI en action.



Fig. 97. — Dragline D III. Excavateur IV.

En raison des délais importants nécessités par le montage des excavateurs et la pose des voies ferrées, les travaux ne furent effectivement entrepris qu'en mai 1948 et la cadence normale de 150 000 m³ mensuels fut atteinte en mai 1949. Le maximum de rendement fut au printemps 1950 de 300 000 m³.

Le chantier avait été d'ailleurs progressivement renforcé en matériel de façon que la cadence ne soit pas réduite au moment de la phase la plus difficile qui comportait l'excavation de la marne entre la cote 40,00 et la cote 23,65.

Précisons qu'en octobre 1950, les terrassements étaient terminés, largement en avance sur l'ensemble des terrassements du canal.

TERRASSEMENTS

LOT DES DRAGUES ET DRAGLINES

La participation dite **Lot de dragues et draglines (L. D. D.)** gérée par les **Entreprises de Grands Travaux Hydrauliques** exécute :

La plus grande partie des terrassements principaux du canal de dérivation;

Les revêtements de battillage de tout le canal;
Des travaux annexes.

Au total **L. D. D.** exécute : **36 millions de m³** de terrassements, **600 000 m²** de revêtements et divers ouvrages secondaires.

Nous ne traiterons que des terrassements qui constituent l'activité principale de ce chantier.

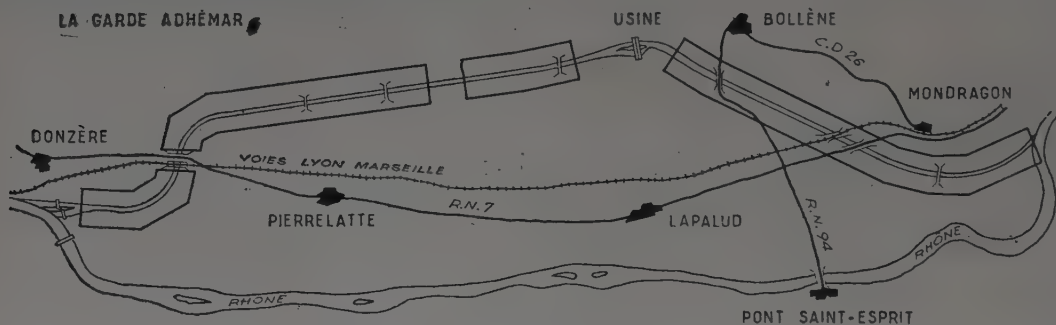


Fig. 99. — Emplacement des travaux.

PROBLÈME DES TERRASSEMENTS

Si l'on met à part les ouvrages d'entrée (km 0 à 1) et l'Usine avec ses abords (km 15 + 500 à km 18 + 200), les terrassements du canal de dérivation comprenant le canal d'amenée (km 1 à 15 + 500) et le canal de fuite (km 18 + 200 à 28) sont exécutés par **L. D. D.** (fig. 117), à l'exclusion toutefois :

a) Des abords des ponts du km 4 (pont de la R. N. 7 et pont-rail) dont les terrassements sont exécutés par les **Entreprises Monod**.

b) Du décapage jusqu'à la nappe phréatique de la bosse de terrain sec qui s'étend du km 4 + 650 au km 7 + 600, exécuté par l'**Entreprise Ossude** (fig. 118).

c) Des terrassements entre le km 11 + 500 et le km 12 + 600, dont la plus grande partie est exécutée également par l'**Entreprise Ossude**.

Ces terrassements du canal de dérivation, dits terrassements principaux, s'étendent sur une distance de 28 km, et on se rendra compte de leur ordre de grandeur en sachant que l'aire des déblais des profils en travers est d'environ :

- 1 000 m² pour le canal d'amenée;
- 2 000 m² pour le canal de fuite.

Outre ces terrassements principaux **L. D. D.** exécute aussi des terrassements secondaires de dimensions plus réduites, puisque la surface des profils en travers est de l'ordre de 50 m² seulement, qui bordent le canal sur presque toute sa longueur et sont destinés à rétablir les écoulements d'eau (rivières, irrigations, drainages) et les communications (routières et ferroviaires) que le canal de Donzère-Mondragon intercepte.

La nature des terrains et les profils du canal et des digues ont déjà été présentés par **M. Bouvet** au cours d'une conférence qu'il a prononcée aux **Journées des fondations et de la mécanique du sol** et dont il a été rendu compte dans le fascicule n° 145 de septembre 1950 des **Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics**. Nous demandons au lecteur de vouloir bien s'y reporter pour connaître les terrains et les caractéristiques des profils qui y ont été adaptés.

Cubes.

Les 36 millions de m³ de déblais du **Lot des dragues et draglines** comprennent, par nature de terrain : 15 millions de m³ de limons ; 18 millions de m³ d'alluvions grossières (sables et graviers) ; 3 millions de m³ de marne argileuse, répartis de la façon suivante entre le canal d'aménée, le canal de fuite et les travaux annexes :

	TERRE VÉGÉTALE et limon	SABLES et graviers	MARNE ARGILEUSE	TOTAL
	m ³	m ³	m ³	m ³
Canal d'aménée	3 300 000	7 900 000	300 000	11 500 000
Canal de fuite	11 200 000	9 400 000	2 900 000	23 500 000
Travaux annexes	500 000	500 000	—	1 000 000
TOTAL.....	15 000 000	17 800 000	3 200 000	36 000 000

Transports.

Le mouvement des terres a été réduit dans toute la mesure possible, le projet ayant été établi pour une exécution, sinon complète du moins très large, par des engins de grande portée capables de mettre directement en place dans le profil une grande partie des déblais excavés, permettant ainsi une limitation des transports qui sont onéreux et risquent d'être une cause d'abaissement du rendement des chantiers. Les déblais du canal sont donc en principe déposés sur les berges dans le profil même et constituent, pour le canal d'aménée, les digues qui sont souvent excédentaires, et pour le canal de fuite dont le plan d'eau est plus bas que le terrain naturel, de simples dépôts. Toutefois on n'a pas pu éviter certains transports de terres imposés par l'une ou l'autre des causes suivantes :

Configuration des lieux empêchant, comme par exemple le voisinage de l'aérodrome de Pierrelatte avec la sujétion de dégagement des lignes de vol, de déposer les terres à leur emplacement normal et entraînant l'obligation de les transporter ailleurs.

Construction d'ouvrages d'art sur le canal (déversoir de la Berre, ponts, siphons, etc.) pouvant entraîner de multiples sujétions de transport et reprises : avant la construction pour installation d'une dérivation, pendant la construction de l'ouvrage dont les abords doivent être dégagés, et après la construction pour remblayer l'ouvrage ou construire les accès.

Largeur excessive du canal dans certains tronçons

où le terrain naturel est particulièrement élevé (km 8-9 du canal d'aménée et km 18 à 22 du canal de fuite) et où les dimensions du profil dépassent la portée des engins.

Mauvaise qualité des limons qui ne tiennent en remblai qu'avec un talus très doux augmentant encore la largeur d'emprise des digues ou des dépôts (km 10 à 13 du canal d'aménée et tout le canal de fuite).

Composition des digues dans la région où le canal d'aménée traverse la « plaine » (km 10 à 13) et où, par suite de la mauvaise qualité des terres du profil, on a été amené à inclure dans les digues des massifs en gravier qu'il a fallu faire venir d'autres régions du canal.

Pour toutes ces raisons on a dû effectuer des transports de terre et des reprises qui, tout en restant peu importants par rapport au volume total des déblais, s'élèvent néanmoins à plusieurs millions de mètres cubes.

Délai d'exécution.

Pour achever de poser le problème des terrassements et apprécier à sa juste valeur l'importance des moyens à mettre en œuvre pour réaliser le programme, il faut noter que le délai théorique d'exécution des travaux fixé à 4 ans et 3 mois, part de la date de la signature du marché pour aboutir à l'achèvement complet des travaux permettant la mise en service du canal, et comprend par conséquent au départ le temps nécessaire aux installations et à la mise en place du matériel, et à l'arrivée le délai d'exécution des réglages et des revêtements de battage, de repliement du matériel, et en outre pour le canal d'amenée le temps de colmatage, de sorte qu'en fait le temps réel moyen dont dispose le matériel pour l'exécution des 36 millions de m³ ne dépasse pas 30 mois. C'est donc une production mensuelle effective de l'ordre de 1 200 000 m³ de déblais excavés et mis en place que doit assurer la

Participation L. D. D.

PROGRAMME DES TERRASSEMENTS

La réunion des moyens nécessaires à la réalisation de ce programme ne fut pas la stricte application des résultats d'une solution choisie à la suite d'une étude du projet et de la prise d'un parti sur les matériels les mieux adaptés. Au moment de la passation du marché en effet, en 1947, les conditions économiques ne permettaient pas d'obtenir n'importe quel matériel dans des délais convenables et bien déterminés; le choix ne pouvait porter que sur le matériel existant déjà dans les parcs des entreprises, et sur du matériel étranger, pratiquement américain, dont l'obtention était d'ailleurs strictement réglementée et soumise à des délais longs et incertains.

Origine du matériel.

En fait la mise en place du matériel s'est faite en trois phases :

Dans la période de démarrage, on a utilisé d'une part du matériel des entreprises de la Participation, d'autre part des appareils anciens qui avaient été employés à la construction du canal Albert en Belgique. La **Participation L. D. D.** put ainsi disposer outre son matériel propre des engins suivants :

a) Deux grands draglines :

1 **Monighan 6 W** avec flèche de 40 m et godet de 4,700 m³;

1 **Marion 125** avec flèche de 34 m et godet de 2,700 m³.

b) Un dragline moyen :

Bucyrus 54 B avec flèche de 24 m et godet de 1,900 m³.

Ces appareils arrivèrent par éléments sur le chantier où ils furent montés dans la région des km 13-14 du canal d'amenée. Ils furent mis en service :

le **Bucyrus 54 B** en février 1948

le **Marion 125** en août 1948

le **Monighan 6 W** en décembre 1948

Entre temps les Entreprises de la **Participation L. D. D.** avaient amené sur le chantier et mis en marche un certain nombre de pelles et draglines leur appartenant (notamment des **Pinguely To 110**, **TR 60**, **VH 230** et **VU 20**) ainsi que des bulldozers.

Dans une seconde phase furent mis en place les engins de terrassement commandés aux États-Unis sous contrat-mission. La Participation reçut ainsi :

a) Une pelle **Harnischfeger 1055 Diesel** avec équipement butte et équipement dragline : flèche de 21 m, godet de 2,200 m³ qui fut mise en service au début de l'année 1948.

b) Trois grands draglines électriques à patins (draglines marcheurs).

— 2 **Marion 7 200** à flèche de 41 m ou 36,50 m avec godet de 3,800 m³ ou 4,500 m³;

— 1 **Monighan 200 W** à flèche de 43 m ou 38 m avec godet de 3 m³ ou 3,800 m³.

Ces appareils furent mis en service dans le milieu de l'année 1949.

c) Des tracteurs à chenilles de 150 ch et 100 ch.

— Des scrapers de 12 cubic yards.

— Des engins de transport sur pneus : tombereaux **Euclid** de 150 ch avec benne de 10 m³ et camions **Euclid** de 150 ch à benne levante de 7 m³.

Le matériel, ainsi mis en place sur le chantier au cours de ces phases, se compose comme on l'a vu de pelles mécaniques de puissances différentes, et de cinq grands draglines, avec des engins d'accompagnement bulldozers et bennes, c'est-à-dire essentiellement d'engins de terrassements à sec ou partiellement sous l'eau ; il est assez bien adapté aux terrassements du canal d'amenée et à l'exécution des canaux annexes, mais laisse sans solution le problème des terrassements du canal de fuite, c'est-à-dire de l'extraction, à une profondeur de 15 à 27 m dans une nappe phréatique très puissante, de plus de 23 millions de m³ de limons, alluvions et marne, et de leur mise en dépôt sur les berges. C'est pour résoudre ce problème portant sur 65 % du volume total des terrassements confiés à la **Participation L. D. D.**, et pour donner en même temps à certains tronçons du canal d'amenée des moyens de terrassement mieux adaptés, que la **Participation L. D. D.** au cours d'une troisième phase fit étudier par ses spécialistes en dragages un type de drague de conception nouvelle, munie de tapis transporteurs, permettant le dépôt direct des déblais sur la berge ; les projets d'exécution furent ensuite mis au point en collaboration avec des constructeurs hollandais qui assurèrent la préfabrication des éléments aux Pays-Bas, les usines françaises demandant à cette époque des délais qui eussent été trop longs. Cinq dragues de ce type furent fabriquées dont quatre pour le canal de fuite et une pour le canal d'amenée ; les éléments expédiés par fer dans la région de Bollène furent montés sur le chantier, et la première drague mise en service en février 1949 ; après une période d'essais et de mise au point les autres dragues furent achevées et mises en service successivement entre juin 1949 et mai 1950.

Pour compléter le matériel nécessaire à la réalisation du projet dans le délai imposé, la **Participation L. D. D.** augmenta en outre son parc de tracteurs et engins de transport en recourant aux surplus de l'armée américaine et de plus commanda trois grands draglines nouveaux :

a) Deux **Pinguely RB 250** électriques à flèches de 25 m et 35 m avec godets de 3 m³ et 2,300 m³.

b) Un **Marion 7400** électrique à flèches de 53 m et 61 m avec godets de 9 m³ à 6 m³.

Ces appareils furent mis en service sur le canal de fuite en décembre 1949, mai 1950 et septembre 1950.

En résumé le **matériel de terrassement de la Participation L. D. D.** comprend :

1° Des pelles mécaniques moyennes pouvant recevoir en général l'équipement butte ou retro et l'équipement dragline :

2 **Pinguely TR 60**, Diesel 60 ch, godet 0,600 m³.

2 **Pinguely TO 110**, une à moteur Diesel, l'autre électrique, 150 ch, godet 1,350 m³, flèche de dragline : 17 m.

1 **Harnischfeger 1 055**, Diesel 240 ch, godet 2,200 m³, flèche de dragline 21 m.

1 **Bucyrus 54 B**, Diesel 207 ch, godet 1,900 m³, flèche de dragline 24 m.

2° Huit grands draglines :

- | | |
|--|--|
| 2 Pinguely RB 250 électriques 250 + 60 ch, godets 3 m ³ et 2,300 m ³ , flèche 25 et 35 m. | 1 Monighan 200 W électrique 305 ch, godets 3,800 m ³ et 3 m ³ , flèches 38 et 43 m. |
| 1 Marion 125 électrique 300 ch, godet 3 m ³ , flèche 33,50. | 2 Marion 7 200 électriques 250 ch, godets : 4,500 m ³ et 3,800 m ³ , flèches : 36,50 et 41 m. |
| 1 Monighan 6 W Diesel 300 ch, godet 4,600 m ³ , flèche 40 m. | 1 Marion 7 400 électrique 550 ch, godets 9 m ³ à 6 m ³ , flèches 53,50 et 61 m. |

3° Cinq dragues flottantes à godets de 500 l et transporteurs à courroie, puissance installée sur chaque drague 1 200 ch.

4° Des engins d'accompagnement :

Tracteurs à chenilles **Caterpillar D 8** et **D 7, International, Allis Chalmers**, utilisés soit au remorquage de scrapers, soit en bulldozers.

Des véhicules à pneus : tombereaux de 10 m³ et camions bennes de 7 m³.

Des niveleuses.

Répartition du matériel.

La puissance du seul matériel d'excavation est égale à 900 ch pour les pelles et draglines moyens, 2 600 ch pour les grands draglines, 6 000 ch pour les dragues.

Si l'on tient compte encore des scrapers, on obtient une puissance de l'ensemble du matériel d'excavation supérieure à 10 000 ch.

L'importance de la part accordée aux dragues s'explique par la présence à l'emplacement du canal d'une nappe phréatique très puissante qui s'écoule sur le substratum imperméable de marne du nord-est vers le sud-ouest à travers une couche d'alluvions très perméables. L'emploi généralisé de matériel terrestre de terrassement eût nécessité un épuisement des fouilles très coûteux et d'autre part dommageable aux cultures par l'abaissement général de la nappe qu'il eût entraîné ; c'est pourquoi cette solution a été proscrite et que la plus grande partie des terrassements ont été exécutés par des dragues flottantes sans abaissement de la nappe.

Le décapage des terrains secs au-dessus de la nappe entre les km 4 + 650 et 7 + 600 ayant été exécuté à l'aide de matériel de surface : scrapers, tournascrapers et loader, par les soins de l'**Entreprise Ossude**, il restait à la **Participation L. D. D.** (fig. 117 et 118) :

1° **Le Canal d'amenée**, entre les Pt km 1 et 15 + 500, qui peut se partager au point de vue de la puissance de la nappe phréatique en deux tronçons :

a) Du km 1 au km 10, où la nappe est très près du sol et s'écoule à travers une couche d'alluvions grossières très perméables de 7 à 8 m d'épaisseur ;

b) Du km 10 au km 15 + 500, où le sol ainsi que la nappe s'abaissent, les terrains devenant d'ailleurs limoneux en surface sur une épaisseur de plusieurs mètres dans la région où le canal traverse la plaine (km 10 à 13) de sorte que l'épaisseur d'écoulement de la nappe à travers la couche très perméable est réduite à 2 ou 3 m.

2° **Le Canal de fuite**, qui s'enfonce profondément dans le sol et où la nappe, toujours proche de la surface du terrain s'écoule avec une charge importante à travers une couche d'alluvions grossières dont l'épaisseur varie de 8 à 16 m.

On voit donc que l'emploi des dragues convient d'une part au tronçon amont du canal d'amenée, entre les km 1 et 10, et d'autre part à l'ensemble du canal de fuite. Par contre le tronçon aval du canal d'amenée, entre les km 10 et 15 + 500 où la nappe est peu puissante et à une faible hauteur au-dessus du plafond du canal se prête à un épuisement des fouilles sans qu'il en résulte de dommages pour les cultures de la région, et par conséquent peut être exécuté à l'aide d'engins terrestres.

Cette répartition schématique du matériel de terrassement : drague du km 1 au km 10; draglines du km 10 au km 15 + 500; dragues au canal de fuite, a cependant été légèrement modifiée pour être mieux adaptée aux conditions du problème et aux circonstances d'exécution. Sans entrer dans le détail nous indiquerons les principales considérations qui ont conduit à préciser la répartition des engins de terrassement :

1° **Exécution des talus du canal d'amenée** : la drague travaillant par « passes » de quelques mètres de profondeur limitées sur les côtés par un talus dont la pente ne dépend que de la stabilité du terrain, la fouille qu'elle exécute est bordée par une série de gradins qui peuvent s'écarter sensiblement du talus régulier prévu pour limiter le profil du canal.

La solution choisie sur le canal d'amenée pour l'exécution de ces talus consiste à faire précéder la drague par deux grands draglines qui excavent sur chaque rive du canal une « souille de berge »

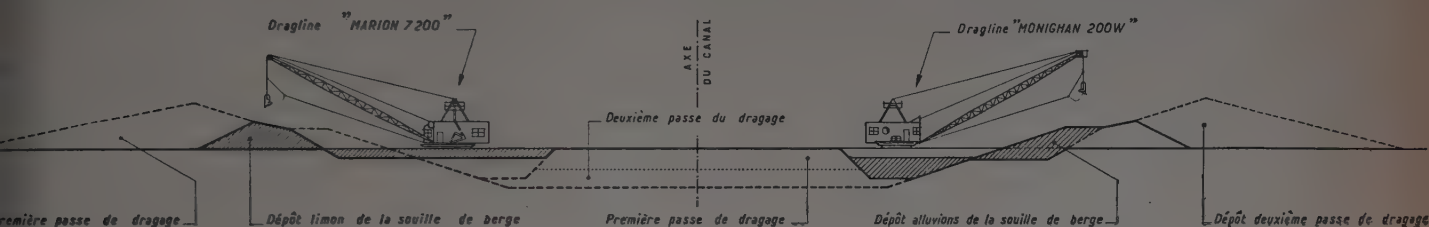


Fig. 100. — Canal d'amenée Pt km 1 à Pt km 10. Exécution des souilles de berges avant passage de la drague.

dont ils déposent les déblais directement dans le profil de façon à constituer le bord interne de la digue (fig. 100); le talus est ainsi réalisé tant dans la partie en remblai que dans la partie en déblais (tout au moins dans la partie haute, la seule où le réglage du talus soit nécessaire pour la pose du revêtement de batillage).

Les souilles de berge préparées au dragline à une profondeur suffisante pour permettre la flottaison de la drague ont en outre l'avantage de faciliter le mouvement de papillonnage de la drague, et d'autre part le massif de bord de la digue étant constitué à l'avance de terrain sec ou tout au moins contenant peu d'eau, réalise une butée des terres mouillées mises en dépôt par la drague et qui auraient tendance à s'étaler et à retomber dans le canal.

2° **Harmonisation des programmes** de la drague et des engins terrestres du canal d'amenée.

La capacité de production de la drague d'une part et des engins terrestres d'autre part, dans le temps qui leur est dévolu, permet de préciser les limites des zones d'opération de ces engins. En fait ces limites dépendent des principaux éléments suivants :

Dates de mise en service des engins;

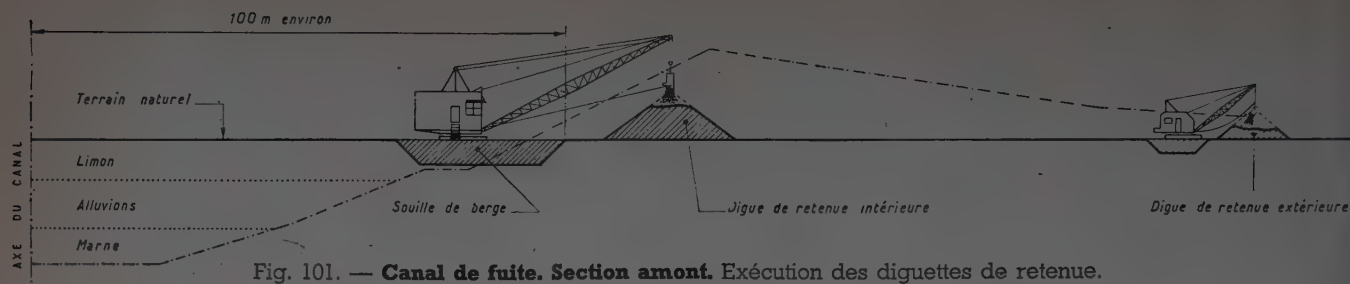
Volume des « souilles de berge », qui dépend essentiellement de l'épaisseur réelle de la couche de limon que les draglines doivent enlever avant de trouver le gravier nécessaire à l'exécution de la couverture protectrice qui constitue le talus;

Nécessité pour les draglines exécutant les « souilles de berge » de précéder la drague avec une marge de sécurité suffisante;

Rendement effectif des engins.

Au fur et à mesure de la connaissance de ces éléments, on pouvait préciser le programme et déterminer les limites des domaines des divers engins.

3° **Programme d'exécution du canal de fuite.** — Le programme des terrassements du canal de fuite avait été conçu initialement de manière à être réalisé uniquement par des dragues sans le concours d'autre matériel : la méthode de dragage prévoyait l'exécution par les dragues de souilles en hors profil, grâce auxquelles les transporteurs des dragues pouvaient couvrir toute la zone des dépôts et ainsi mettre en remblai directement toutes les terres extraites, cette méthode permettant d'autre part de réaliser le talus du canal dans la zone des revêtements de batillage par déversement de gravier au



moment du comblement des souilles en hors profil. Pour que cette méthode simple et économique fût applicable, il fallait toutefois que les terres au moment de leur mise en remblai prissent un talus naturel de 2/1 à 3/1 qui, d'après les renseignements connus à l'époque, semblait pouvoir se réaliser avec une bonne probabilité. Malheureusement à l'expérience cette hypothèse ne se vérifia pas et on eut la déception de constater que le limon mouillé prenait au moment de sa mise en dépôt par les dragues un talus excessivement doux de 7/1 à 14/1 et s'écoulait même dans certains cas comme une boue liquide. Il fallut alors abandonner la méthode des hors profils, car les terres déposées sur la berge refluaient dans la fouille, et exécuter par des moyens terrestres, avant le passage des dragues, des diguettes de retenue dont le rôle consiste à retenir les pieds des dépôts (fig. 101 et 102). Dans le tronçon amont du canal de fuite, entre les km 18 et 22 où les terrains sont élevés et la couche de limon très épaisse, on exécute une diguette sur chaque bord du dépôt, alors qu'à l'aval du km 22 où le volume des dépôts est moindre, une diguette du côté du canal est suffisante. Les diguettes intérieures sont exécutées par des grands draglines qui exécutent, comme sur le canal d'amenée, des souilles de berge en avant des dragues, avec cette différence toutefois que la grande épaisseur de la couche de limon ne permet pas toujours au dragline d'atteindre le gravier et que par conséquent la couverture en alluvions est souvent mise en place à la drague.

Les diguettes extérieures sont exécutées soit par des draglines moyens par emprunt de terre, soit par des scrapers à l'aide de terres extraites dans le profil du canal ou parfois en emprunt extérieur.



Fig. 102. — Dragages du canal de fuite. La première drague (à droite) déverse le limon entre les diguettes de retenue exécutées au préalable par des engins terrestres (remarquer le talus très doux pris par le limon). Elle est suivie par une deuxième drague qui extrait le gravier et le dépose en revêtement du limon, à l'emplacement du talus du canal.

Programme d'exécution.

Les considérations précédentes permettent de comprendre les raisons qui ont présidé à la répartition du matériel et à la genèse du programme dont nous exposons maintenant les grandes lignes.

1° Canal d'amenée.

Le canal fut attaqué au km 14 + 200 sur la terrasse par les deux premiers grands draglines disponibles :

— Le **Marion 125**, en août 1948, sur la rive gauche, puis

— Le **Monighan 6 W**, en décembre 1948, sur la rive droite après que le canal de Pierrelatte qui coulait dans l'emprise du canal d'amenée eût été dévié sur la rive gauche à l'aide du dragline **Bucyrus 54 B**, et le cours d'eau La Roubine dérivé dans le canal de Pierrelatte. A cet emplacement le terrain est constitué de graviers plus ou moins limoneux en surface, et la nappe phréatique est basse ; l'épuisement de la fouille du siphon du km 12 + 750 contribuait d'ailleurs à rabattre la nappe, de sorte que les deux grands draglines travaillaient à sec ou presque. Ces deux engins exécutèrent à partir du km 14 + 200 et en remontant vers l'amont une souille sur chaque rive, dont les déblais mis en dépôt directement permettaient d'exécuter la digue dite « digue minimum » ; le gravier restant dans le profil du canal était réservé à la constitution des massifs filtrants et couvertures des digues dans d'autres tronçons du canal dont le profil ne contenait pas assez de gravier (fig. 103). La gravière ainsi réservée fut exploitée ensuite à l'aide de pelles en butte (**Pinguely TO 110**, **Pinguely TR 60**, **Harnischfeger 1 055**) qui chargeaient le gravier dans des camions bennes ou des tombereaux à pneus, qui le transportaient vers les tronçons déficitaires en gravier, particulièrement dans la région de la plaine, entre les km 11 et 13.

R. G.

R. D.

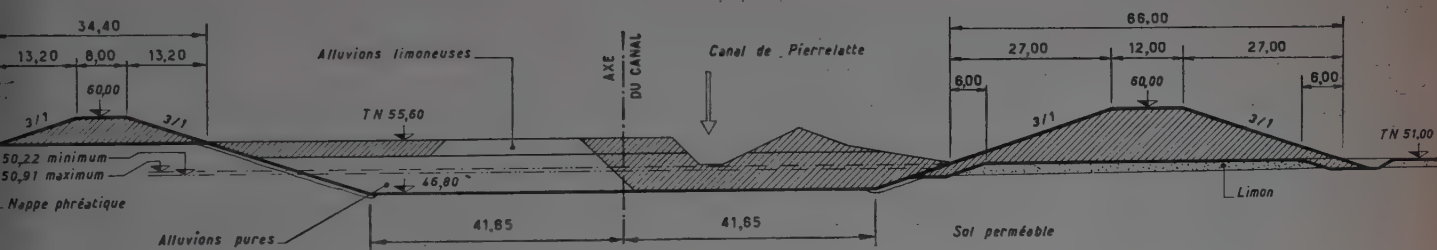


Fig. 103. — Profil en travers du canal d'amenée. Pt km 14.

Le **Monighan 6 W** est chargé de l'achèvement des terrassements entre le siphon du km 12 + 750 et le km 15 + 500, tandis que le **Marion 125**, après avoir terminé la fouille du siphon du km 12 + 750 fut acheminé au km 10 afin d'exécuter une passe de terrassement et aider aux reprises des déblais entre les km 10 et 7 + 600 d'abord, puis à l'aval des km 10 jusqu'à la voie ferrée de Pierrelatte à Nyons (km 11 + 500).

Pour l'exécution du canal dans ce tronçon compris entre les km 10 et 11 + 500 (fig. 104) on monta le premier grand dragline **Marion 7 200** à l'emplacement du siphon du km 11 + 316 dont il exécuta les terrassements entre juillet et septembre 1949, pendant que le canal de Pierrelatte, qui traversait les emprises entre les km 9 + 500 et 11 + 300, était dévié sur la rive droite par le dragline **Bucyrus 54 B** ; puis le **Marion 7 200** remonta vers l'amont en creusant dans l'axe du canal jusqu'au km 10 une cunette qui drainait les eaux vers la station de pompage du km 12 + 600.

Les deux autres grands draglines du canal d'amenée le **Monighan 200 W** et le second **Marion 7 200** furent montés à l'origine du canal d'amenée, au km 1 et exécutèrent les deux souilles de berge en avant de la drague **Tourane** (fig. 105-106), le **Monighan 200 W** sur la rive gauche et le **Marion 7 200** sur la rive droite jusqu'au km 8 + 400, emplacement du pont du C. D. 358. Le **Marion 7 200** fut alors envoyé sur le canal de fuite en juillet 1950 tandis que le **Monighan 200 W** continuait vers l'aval du km 8 + 400 de sorte que les terrassements par engins terrestres restant à exécuter entre le km 8 + 400 et le km 11 + 500 sont partagés entre les trois grands draglines suivants : premier **Marion 7 200**, **Monighan 200 W**, **Marion 125**, ce dernier étant souvent utilisé à la reprise des déblais ou à leur chargement en tombereaux (fig. 107).



(Photo H. Baranger.)

1 Canal de Pierrelatte dévié et contre-canal; 2. C. D. 59; 3. Cunette centrale (Grand dragline Marion 7 200); 4. Siphon du P.K. 11.318; 5. Voie ferrée de Pierrelatte à Nyons; 6. Ancien canal de Pierrelatte; 7. Collecteur R. G. des cours d'eau.

Fig. 104. — Exécution du canal d'amenée entre les km 10 et 11 + 500.



(Photo Mav, à Bollène.)

Fig. 105. — **Canal d'amenée.** Exécution de la souille de berge de rive gauche par le grand dragline « Monighan 200 W ».



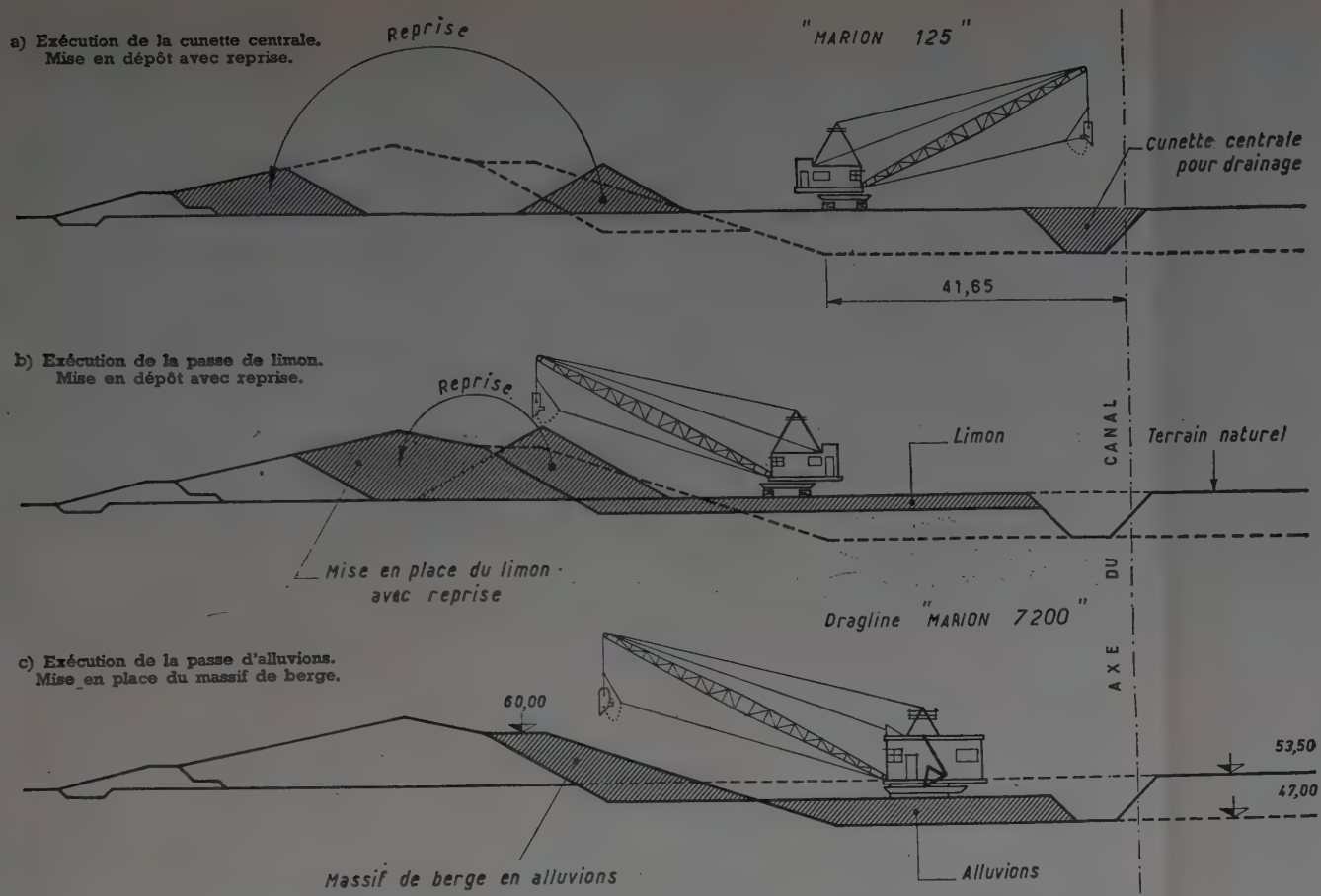
(Photo H. Baranger.)

La drague **Tourane** lancée et équipée dans un bassin préparé à l'avance au km 1 fut mise en service en février 1950; elle procéda d'abord à l'extraction des déblais compris entre les deux souilles de berge, sur toute la largeur du canal et à une profondeur de 4 m, qu'elle déposa sur la rive droite, puis, après avoir atteint les ponts du km 4 fit demi tour et revint vers l'amont en achevant le profil du canal jusqu'au plafond, les déblais étant déposés alors sur la rive gauche (fig. 108); en décembre 1950 les terrassements étaient terminés à l'amont des ouvrages du km 4 et la drague passait sous les deux ponts (fig. 109). Elle a repris les dragages à l'aval des ponts du km 4 et doit achever le canal jusqu'au km 10 après le passage des draglines.

2^o Canal de fuite.

Les quatre dragues furent lancées et montées dans un bassin préparé à l'avance au km 19 du canal de fuite. La première mise en service, la drague **L'Estaque**, commença les dragages du canal de fuite en février 1949 en sortant du bassin de montage vers l'amont et exécutant sur la rive droite du canal une passe de limon partiellement en hors profil, conformément à la méthode de dragage initialement prévue. On s'aperçut très vite que le talus excessivement doux que prenait le limon mouillé au moment de son déversement sur la berge devait faire renoncer à cette méthode et quand la drague fit demi-tour, exécutant la passe de limon de rive droite à l'aval du km 19, on fit exécuter devant elle au scraper des diguettes en limon sec sur chaque bord du dépôt, de façon à constituer un encoffrement à l'intérieur duquel pouvaient se loger sans s'étendre les déblais mouillés déversés par le transporteur.

Fig. 106. — **Canal d'amenée.** Exécution des souilles de berge par les grands draglines avant le passage de la drague « Tourane ».



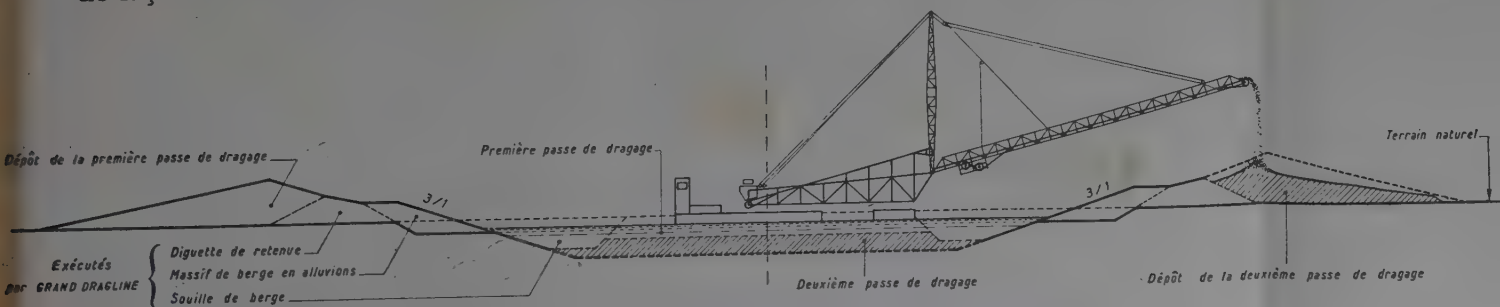
[Fig. 107. — Exécution du canal d'amenée entre les km 8 + 400 et 11 + 500.

Dans ces conditions la passe de limon était exécutée par la drague sur la largeur du demi-profil du canal augmentée de la clé d'ancrage, c'est-à-dire sur 100 à 110 m de largeur (fig. 110).

En juin 1949 fut mise en service la drague **Port Bouet**, puis en octobre la drague **Douala** et en mai 1950 la drague **Haïphong**.

Jusqu'en juin 1950 les quatre dragues opérèrent dans le bief amont du canal de fuite, c'est-à-dire à l'amont de la déviation provisoire de la voie ferrée et de la R. N. 7 au km 22 + 600.

Les dragages furent d'abord exécutés sur la rive droite du canal, à partir de l'amont, une drague en avant exécutant la passe de limon, suivie d'une autre drague qui après une passe dite de « balayage » destinée à découvrir le gravier propre, extrayait ces graviers pour les déposer en couverture du limon de façon à combler la clé d'ancrage et reconstituer le talus du profil théorique (fig. 111 et 102); puis



[Fig. 108. — Dragage du canal d'amenée. Exécution de la deuxième passe.



Fig. 109. — Passage de la drague Tourane sous les ponts du km 4. La superstructure a été partiellement démontée. A l'aval des ponts la drague reprendra les dragages du canal d'aménée.

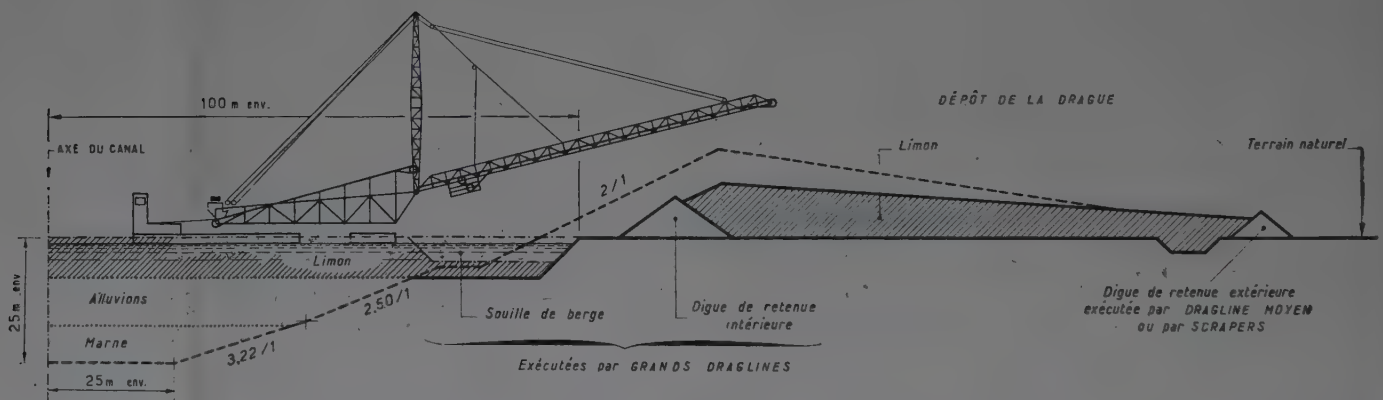


Fig. 110. — Canal de fuite. Schéma de dragage. Exécution de la passe du limon.

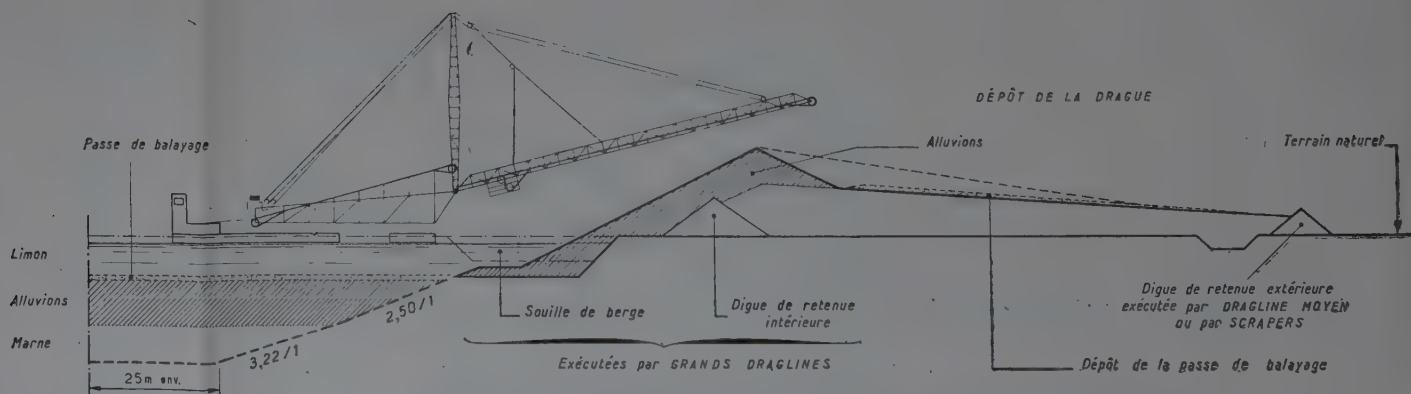


Fig. 111. — Canal de fuite. Schéma de dragage. Exécution de la passe d'alluvions.

sur la rive gauche deux autres dragues procédèrent de la même façon. En avant des dragues de pointe des engins terrestres : scrapers dragline **Harnischfeger 1055**, puis à partir de décembre 1949 un des grands draglines **Pinguely RB 250**, exécutaient les diguettes de retenue (fig. 119).

En juin 1950 la drague **Douala** passa à l'aval du remblai de la déviation du km 22 + 600 dans un bassin de réception qui avait été préparé par des engins terrestres, rétablit derrière elle la continuité du remblai en draguant du gravier, puis franchit en juillet l'ancienne voie ferrée après qu'on eût mis en service la déviation de la voie ferrée :

A partir de ce moment trois dragues opèrent à l'amont de la déviation du km 22 + 600, et la drague **Douala** à l'aval de l'ancienne voie ferrée, aidée par les engins terrestres suivants :

- 1 dragline **Marion 7 200** ;
- 2 draglines **Pinguely RB 250** ;
- 1 dragline **Marion 7 400** mis en service en septembre 1950 (fig. 120).

Ces grands draglines précèdent la drague **Douala** en exécutant les souilles de berge et constituant les digues de retenue, en arrière desquelles la drague peut déverser ses déblais.

Pour coordonner le programme des terrassements avec le programme d'exécution des ponts, la drague **Douala** est passée à l'aval du pont de la R. N. 7 au mois de mars 1951, et les dragages du tronçon compris entre le pont-rail et le pont de la R. N. 7 seront achevés en fin de programme par une des trois dragues du bief amont qui pourra pénétrer dans le bief aval en passant sous le pont rail après la mise en service de celui-ci et l'enlèvement de la déviation provisoire du km 22 + 600.

3° Ouvrages annexes.

Au programme des terrassements principaux, qui vient d'être exposé sommairement, est subordonné le programme d'exécution des ouvrages annexes dont le but est de permettre la continuité des irrigations, des écoulements d'eau (de surface et souterrains) et des communications routières et ferroviaires tant pendant les travaux qu'après mise en service du canal. La **Participation L. D. D.** exécute la plupart des terrassements de ces ouvrages annexes qui se composent de canaux secondaires qui bordent le canal de dérivation et de rampes d'accès aux ponts, ainsi que quelques ouvrages secondaires. Nous ne citerons que les plus importants de ces terrassements secondaires (voir plan d'ensemble, fig. 117.)

La déviation du canal de Pierrelatte pour le rétablissement des irrigations ;

Le collecteur des cours d'eau et le canal de la Gaffière pour le rétablissement de l'écoulement des eaux de surface ;

Les contre-canaux qui longent les digues du canal d'amenée pour le drainage et le maintien de la nappe phréatique à un niveau convenable ;

Les canaux de réalimentation de la nappe qui bordent le canal de fuite pour rétablir le niveau de la nappe à un niveau compatible avec les cultures ;

L'embranchement ferroviaire de l'Usine ;

Les remblais d'accès aux principaux ouvrages de franchissement du canal : C. D. 358, C. D. 59, V. O. 2, R. N. 94, voie ferrée de Lyon à Marseille et R. N. 7 sur le canal de fuite, C. D. 44.

Ces terrassements secondaires sont effectués par des engins terrestres de dimensions moyennes : pelles et draglines, scrapers, ou parfois, quand il s'agit seulement de remblais, par des tombereaux ou des camions qui viennent prendre les déblais sous les godets des grands draglines qui effectuent les terrassements principaux.

Il va de soi que l'exécution de ces terrassements annexes est coordonnée d'une part avec l'exécution des terrassements principaux, d'autre part avec la construction des ponts, de telle sorte que chaque communication ou écoulement ne soit pas interrompu et soit rétabli au moment voulu pour ne pas retarder le programme d'ensemble.

La répartition des volumes des terrassements entre les différents matériels est récapitulée dans le tableau suivant :

	CANAL D'AMENÉE	CANAL DE FUITE	TRAVAUX ANNEXES	TOTAL
	m ³	m ³	m ³	m ³
Engins terrestres petits ou moyens (scrapers, pelles, draglines)	1 000 000	500 000	1 000 000	2 500 000
Grands draglines	5 500 000	5 500 000	—	11 000 000
Dragues	5 000 000	17 500 000	—	22 500 000
TOTAUX	11 500 000	23 500 000	1 000 000	36 000 000

On voit que les dragues effectuent environ 63 % du volume des terrassements, les grands draglines 30 % et les petits engins terrestres 7 %.

DESCRIPTION DU MATÉRIEL

Nous ne nous étendrons pas sur les bulldozers, scrapers, pelles et draglines moyens, camions et tombereaux à pneus qui sont maintenant suffisamment répandus sur les chantiers et sont bien connus de la plupart des lecteurs. Nous donnerons seulement quelques indications générales sur les grands draglines qui sont déjà moins répandus, et nous ferons une description des dragues.

Grands draglines.

Les grandes caractéristiques de ces appareils : longueur de flèche, capacité du godet, profondeur d'excavation, leur permettent d'excaver avec un rendement satisfaisant une partie importante des déblais du canal de Donzère-Mondragon même sous une profondeur d'eau de plusieurs mètres, et de les mettre en dépôt sur la berge.

La plupart sont actionnés par l'énergie électrique, seul le **Monighan 6 W** est actionné par un moteur Diesel.

Les grands draglines électriques, comme d'ailleurs tous les appareils du chantier de Donzère alimentés par l'électricité, sont alimentés par la ligne à 13 500 V triphasée qui borde le canal sur toute sa longueur. Chaque dragline reçoit le courant par l'intermédiaire d'un transformateur qui l'abaisse de 13 500 V à 2 000 V ou 2 500 V, d'où il est amené à l'engin par un câble souple ; au fur et à mesure de l'avancement du dragline, on déplace le transformateur par des bonds d'environ 1 000 m correspondant au double de la longueur du câble souple.

La force motrice est produite par un groupe moteur équipé d'après le système **Ward Leonard** pour utiliser les avantages des moteurs à courant continu. Nous en rappelons brièvement le principe : le moteur principal alimenté par le courant alternatif entraîne une ou plusieurs génératrices et l'excitatrice, chaque génératrice alimentant un ou plusieurs moteurs à courant continu, qui actionnent les divers mouvements de la machine, et dont la vitesse est contrôlée par variation de l'excitation de la génératrice ; les inducts de la génératrice et de chaque moteur à courant continu sont connectés directement et la résistance du circuit réglée de manière à limiter automatiquement le courant dans le moteur à la valeur qui développe le couple à ne pas dépasser.

Dans les grands draglines américains (**Monighan 200 W**, **Marion 7 200 et 7 400**), le système **Ward Leonard** est utilisé pour tous les mouvements, tandis que les **Pinguely RB 250** l'utilisent seulement pour le mouvement d'orientation, les mouvements de dragage, levage de godet, relevage de flèche et propulsion étant effectués par le moteur principal actionnant un treuil à deux tambours et par l'intermédiaire d'un coupleur automatique mécanique.

Les systèmes de propulsion des grands draglines sont différents suivant les modèles :

Dans le **Pinguely RB 250** (fig. 112) la propulsion s'opère par le système éprouvé des deux chenilles à tension réglable.

Le **Marion 125** repose sur quatre trucks et deux chenilles par l'intermédiaire de vérins.



Fig. 112. — **Grand dragline Pinguely.** Flèche de 35 m.



Fig. 113. — **Grand dragline Marion 7 400.**

	PINGUELY RB 250	MARION 125	MONIGHAN 6 W	MONIGHAN 200 W	MARION 7 200	MARION 7 400
Force motrice	Électrique	Électrique	Diesel	Électrique	Électrique	Électrique
Moteur principal	250/350 ch	300 ch	300 ch	305 ch	250 ch	550 ch
Propulsion						
Chenilles, surface portante..	13 m ²	17,28 m ²	—	—	—	—
Patins, surface portante.....	—	—	27,60 m ²	20,81 m ²	17,84 m ²	40,69 m ²
Base, diamètre	—	—	9,6 m	7,3 m	7,3 m	9,45 m
Longueur du pas	—	—	2,10 m	2,13 m	1,83 m	1,88 m
Poids, en ordre de marche...	155 t	180 t	280 t	215 t	193 t	540 t
Flèches	25 m 35 m	34 m	40,50 m	38,10 m 42,67 m	36,50 m 41,15 m	53,34 m 60,96 m
Portées horizontales (sans lancer).....	25 35	34	40	35,35 à 43	36,50 41,15	50,30 à 57,90
Capacité godets.....	3 m ³ 2,300	2,700 m ³	4,700 m ³	3,800 m ³ 3	4,500 m ³ 3,800	6,100 à 9 m ³
Profondeur maximum d'exca- vation	9	12	16	21,35 à 27,45	23,75	24,40 à 35,05
Hauteur maximum de déchar- gement	9,50	11	12		13,85	24,40 à 31,50
Pression sur le sol	1,19 kg/cm ²	1,04	1	1,05	1,08	1,30
Vitesse de déplacement (m/h).	780	1 000	300	400	450	380
Vitesse d'orientation (tr/mn).	2		1,3		2,3	2,3
Vitesse de levage du godet (m/mn)	73			51,8	85	96

Les **Marion 7 200** et **7 400** (fig. 113) et les **Monighan** (fig. 114) sont du type « dragline marcheur » : en position de travail ils reposent sur le sol par une plate-forme circulaire ; pour se déplacer ils utilisent deux patins latéraux fixés chacun à une came solidaire d'un arbre transversal dont la rotation soulève et avance alternativement les patins et la plate-forme de sorte que la machine avance par pas.

Nous avons résumé dans le tableau (page 101) les caractéristiques principales, caractéristiques mécaniques et caractéristiques de travail, des grands draglines de Donzère-Mondragon.



Fig. 114. — **Grand dragline Monighan 200 W.**

DRAGUES

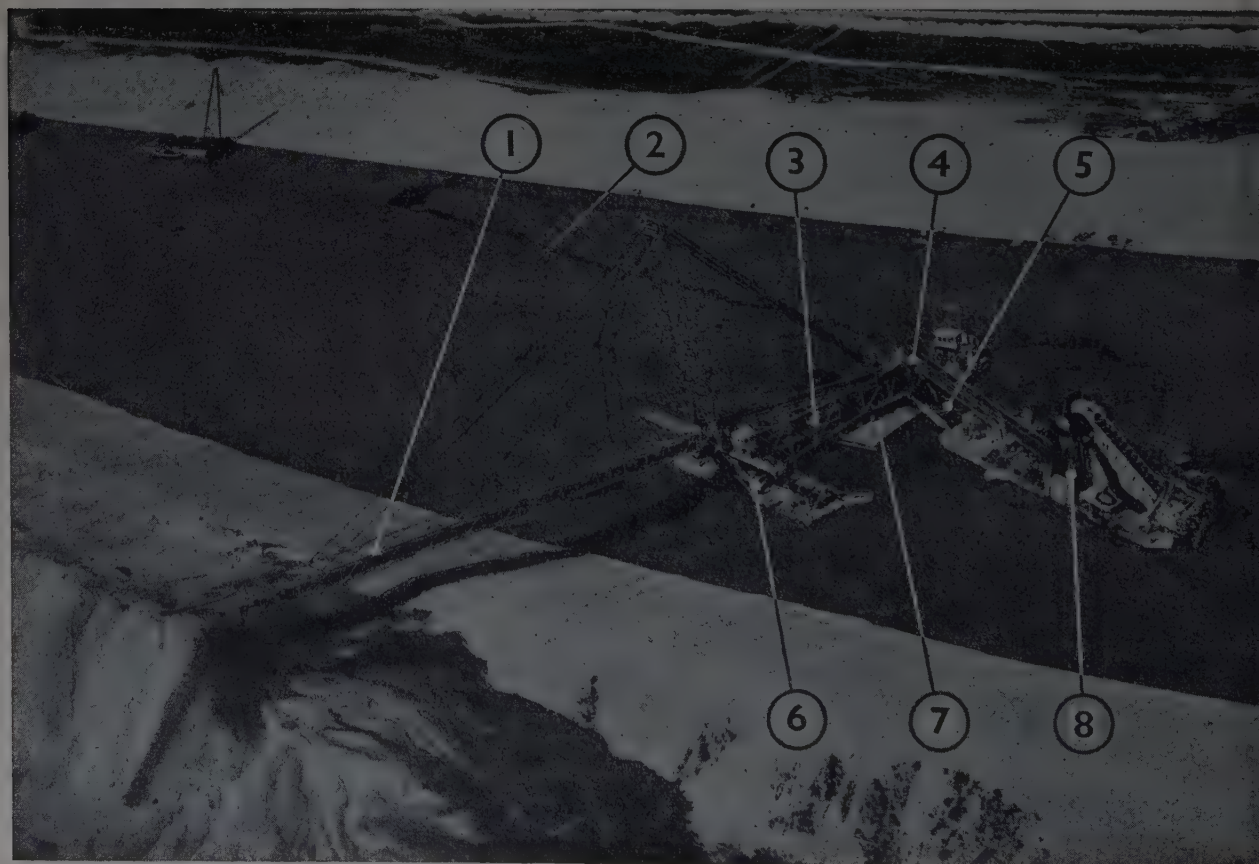
Description.

Chacune des cinq dragues de Donzère-Mondragon (fig. 116) se compose de :

La drague proprement dite dont la coque a 51,50 m de longueur, 11 m de largeur, 3,75 m de creux et qui porte l'organe d'excavation constitué par une chaîne à godets supportée par l'élinde ;

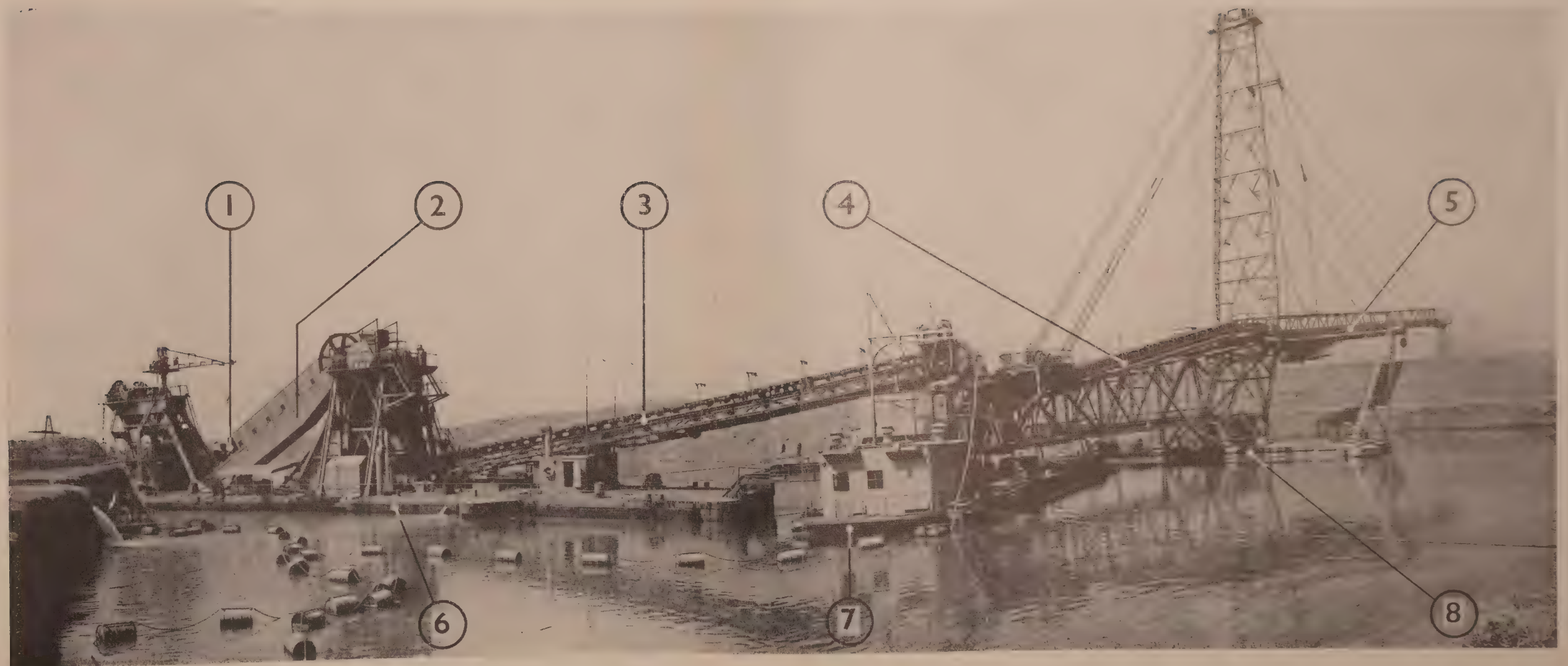
Et deux pontons qui portent les organes de transport constitués de trois tapis transporteurs, qui emmènent les déblais à 70 m en arrière du point de fouille et à une distance transversale de 73 m du bord du ponton d'extrémité. Le premier ponton ou ponton d'ancrage est relié à la drague par l'intermédiaire d'un triangle d'accouplement (fig. 115) dont la base, dans le montage normal à trois trans-

Fig. 115. — **Une drague en action.**



1. Transporteur d'extrémité ;
2. Câble flottant ;
3. Poutre de liaison ;
4. Pivot du mouvement de papilonnage ;
5. Triangle d'accouplement ;
6. Ponton auxiliaire ;
7. Ponton d'ancrage ;
8. Drague.

Fig. 116. — Vue d'ensemble d'une des dragues type « Donzère-Mondragon ».



1. Chaîne à godets; — 2. Elinde; — 3. 4. 5. Transporteurs; — 6. Coque de la drague; — 7. Ponton d'ancrage; — 8. Ponton auxiliaire.

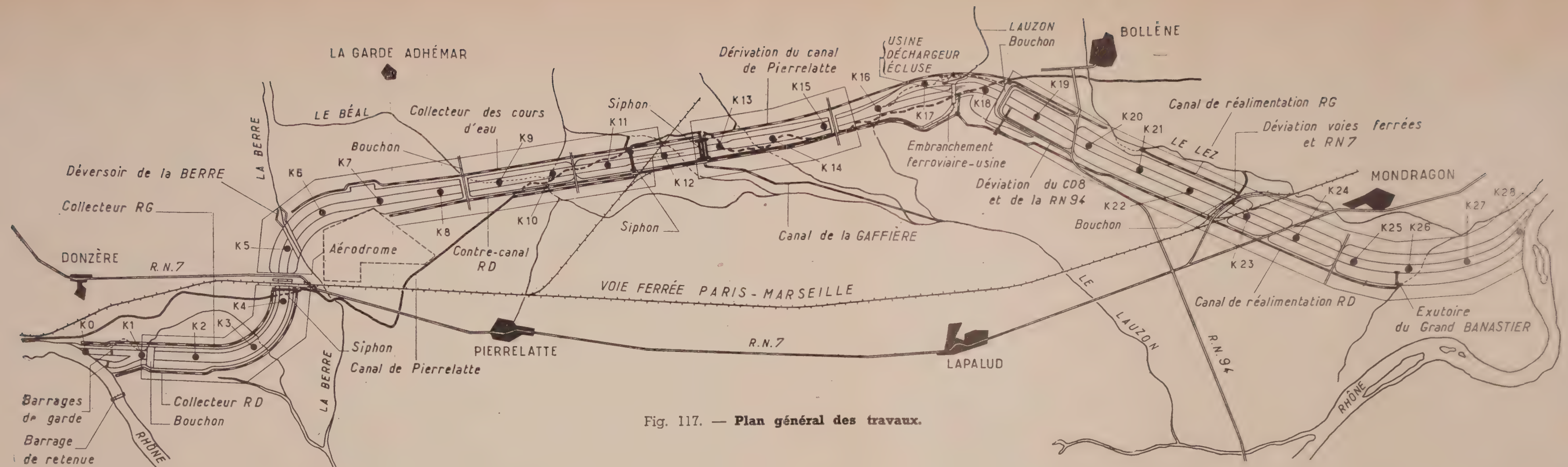


Fig. 117. — Plan général des travaux.

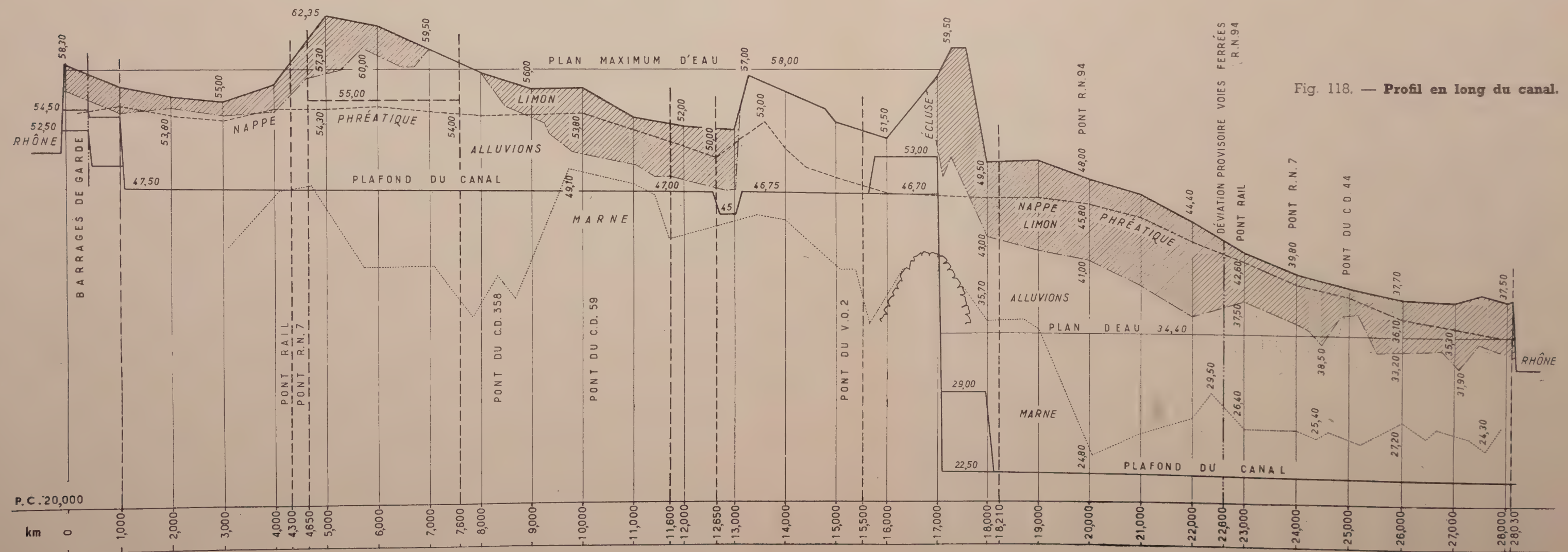


Fig. 118. — Profil en long du canal.

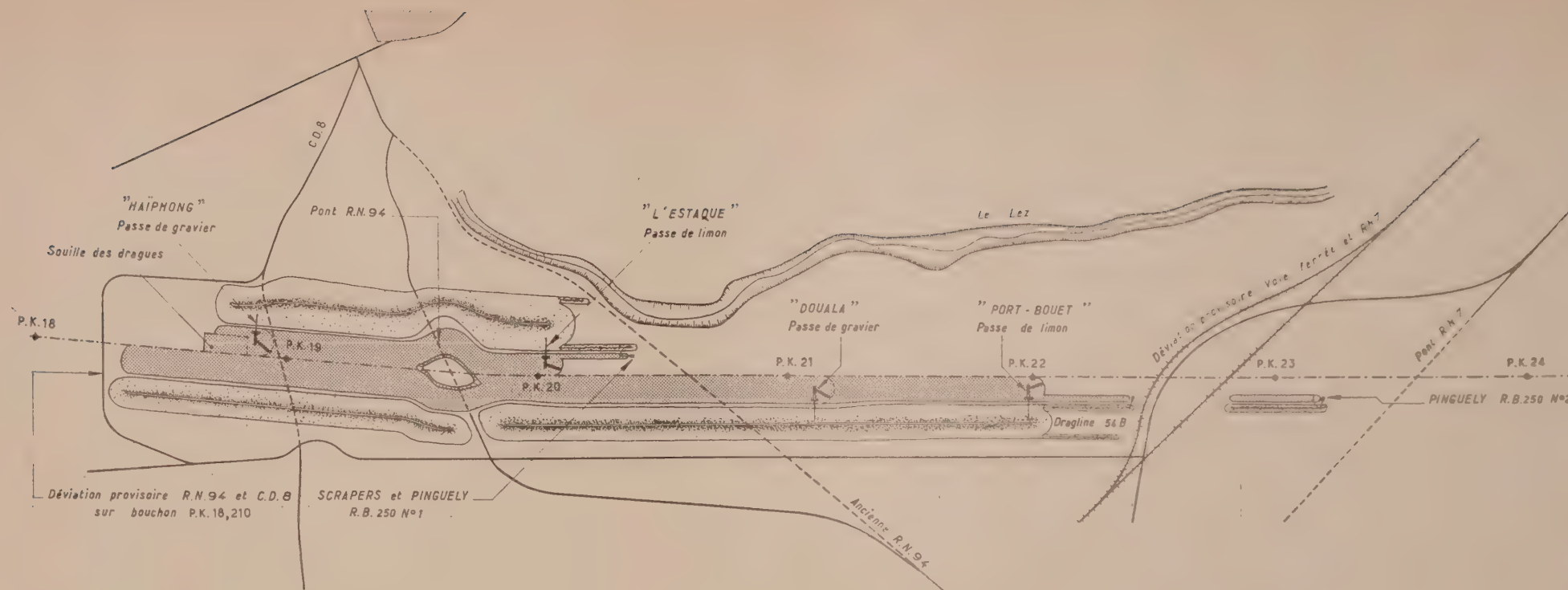


Fig. 119. — Plan des terrassements du canal de fuite. Situation en juin 1950.

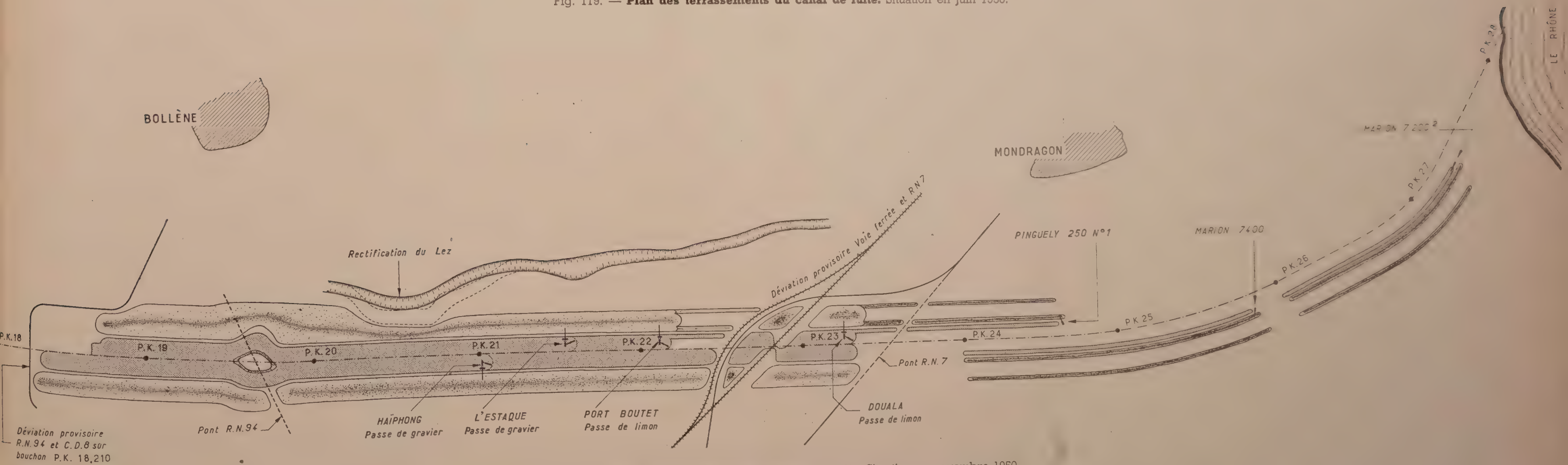


Fig. 120. — Plan des terrassements du canal de fuite. Situation en novembre 1950.

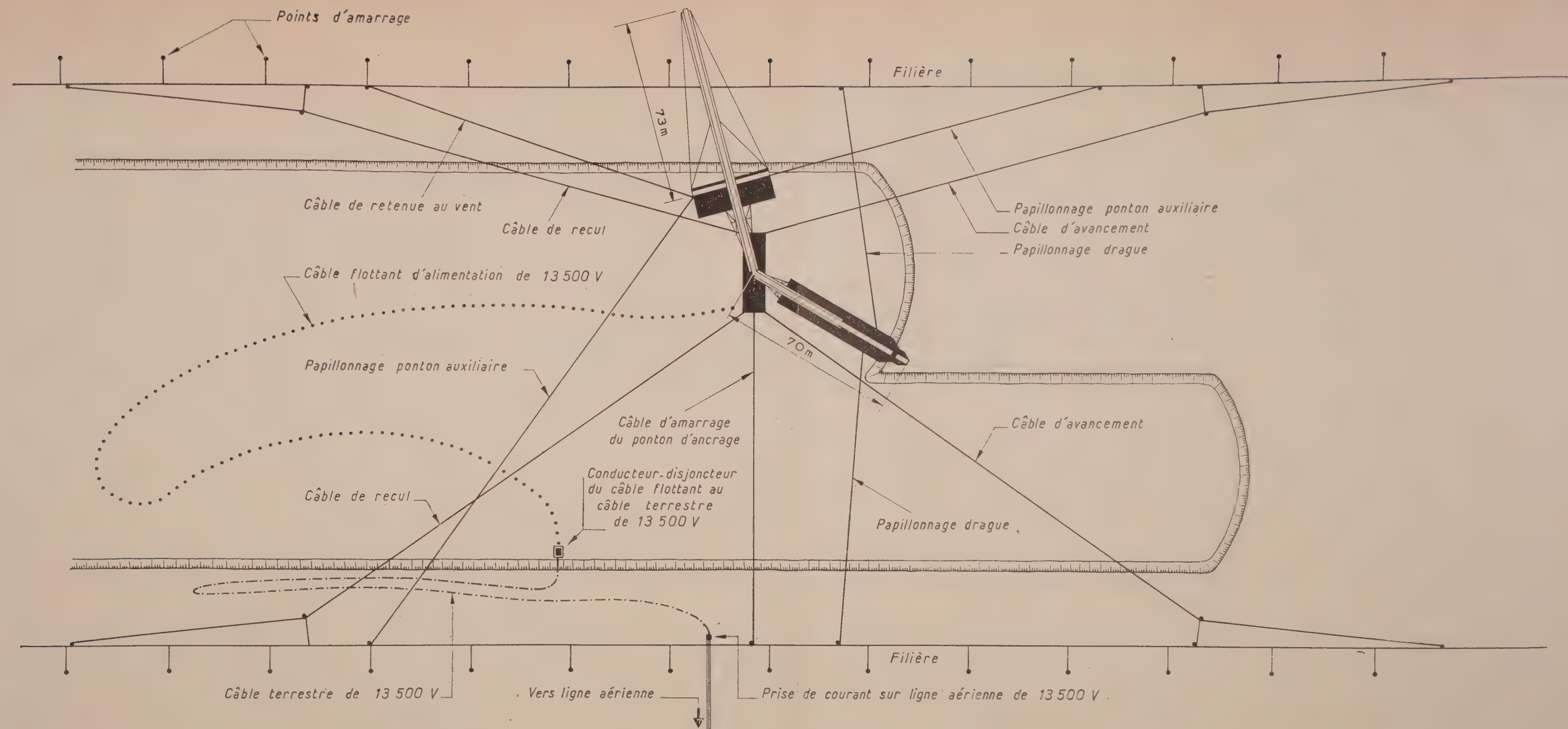


Fig. 121. — Schéma d'amarrage d'une drague.

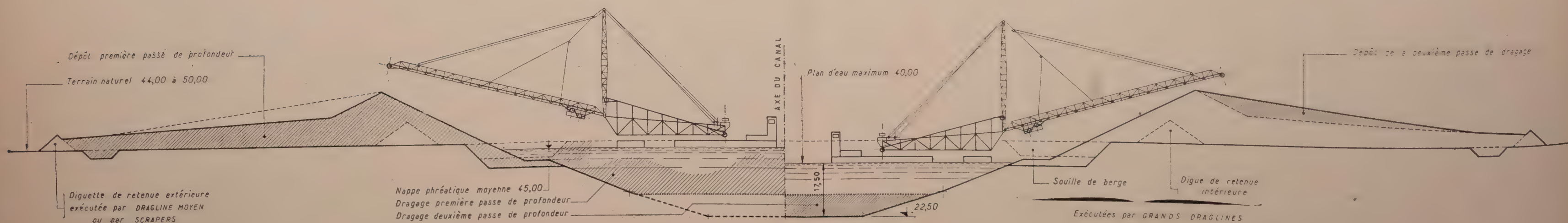


Fig. 122. — Tronçon amont du canal de fuite (Pt km 18 à 22). Plan d'eau de dragage.

porteurs, est solidaire de la drague et dont la pointe articulée sur le ponton d'ancrage constitue le pivot du mouvement de papillonnage de la drague, le second ponton ou ponton auxiliaire est relié au ponton d'ancrage par une poutre en charpente métallique articulée également sur le ponton d'ancrage de façon à permettre aussi un mouvement de papillonnage du ponton auxiliaire, c'est-à-dire du transporteur d'extrémité autour du ponton d'ancrage. Chaque drague peut être équipée à volonté suivant la profondeur de dragage, de l'une ou l'autre des deux élinde suivantes :



Fig. 123. — Une drague vue de l'avant.

Élinde courte, de 27,50 m de longueur permettant de draguer à une profondeur pouvant atteindre 11,30 m.

Élinde longue de 35,50 m de longueur, permettant de draguer jusqu'à une profondeur de 17,50 m (sauf la drague **Tourane** du canal d'amenée équipée d'une élinde plus courte permettant de draguer à 9,70 m au maximum).

Les godets en acier au manganèse ont une forme hémisphérique et une capacité de 500 l.

L'élinde est articulée sur le même axe que le tourteau supérieur. Cette disposition nouvelle permet de supprimer la fausse élinde et les godets battants. La variation de la profondeur de dragage est obtenue par changement de l'inclinaison de l'élinde (fig. 123).

Le tourteau supérieur a six pans tandis que le tourteau inférieur de forme cylindrique est monté sur coussinets de métal anti-friction et graissé. Les rouleaux d'élinde en acier au manganèse sont graissés mécaniquement. Les axes des maillons sont en acier au chrome nickel bagués en acier au manganèse.

Fig. 124. — Transporteur d'extrémité d'une drague.
Les déblais sont entraînés par une courroie de 1,40 m de largeur.



La chaîne à godets est du type « close connected » c'est-à-dire à maillons continus ; on peut toutefois, en terrain dur, remplacer un godet sur deux par un maillon intermédiaire.

Trois vitesses d'entraînement de la chaîne à godets peuvent être utilisées suivant la nature du terrain : 16, 22 ou 26 godets par minute.

La principale originalité de ces dragues réside dans l'évacuation des déblais qui est effectuée par des tapis transporteurs jusque sur la berge : à leur sortie de la trémie et du débiteur à déblais dans lesquels la chaîne à godets les déverse, ils sont pris par trois tapis transporteurs successifs reposant, le premier sur la drague et sur le ponton

d'ancrage, le second sur le ponton d'ancrage et sur le ponton auxiliaire, et le troisième en encorbellement au-dessus du ponton auxiliaire, soutenu par une bigue, qui les emmène à 73 m du bord externe du ponton auxiliaire à une hauteur variable suivant l'inclinaison du tapis et qui atteint 30 m au-dessus du plan d'eau. Deux dragues du canal de fuite ont été équipées de transporteurs allongés de 100 m de longueur permettant de déposer les terres 25 m plus loin.

Les courroies transporteuses ont une largeur de 1,40 m et peuvent être entraînées aux vitesses suivantes :

2 m/s — 2,5 m/s ou 3 m/s (fig. 124).

Emploi.

La drague avance en faisant son chemin devant elle par un mouvement dit de « papillonnage » (fig. 125) qui consiste à décrire un arc de cercle autour du pivot tout en excavant les terres à l'aide de la chaîne à godets. L'angle de papillonnage doit être assez ouvert pour que dans les deux positions extrêmes de la drague les deux plans verticaux s'appuyant sur l'extrémité inférieure de la chaîne à godets et sur le bord externe de la drague soient parallèles ou forment un angle ouvert vers l'avant, mais en tout cas ne se referment pas, car la coque de la drague viendrait buter contre le bord du chenal sans plus pouvoir avancer. Cette condition est réalisée si la largeur de papillonnage dépasse 80 m avec le montage normal c'est-à-dire le pivot du triangle d'accouplement étant sur le ponton d'ancrage. Signalons un autre montage (fig. 126) qui a été employé dans la période de début des dragages, dans lequel le triangle d'accouplement est retourné de telle sorte que le pivot soit reporté sur la drague ; il faut alors scinder le premier tapis transporteur en deux parties ; dans ces conditions le rayon de l'arc de cercle étant diminué la largeur correspondant à l'angle minimum de papillonnage est ramenée de 80 à 60 m.

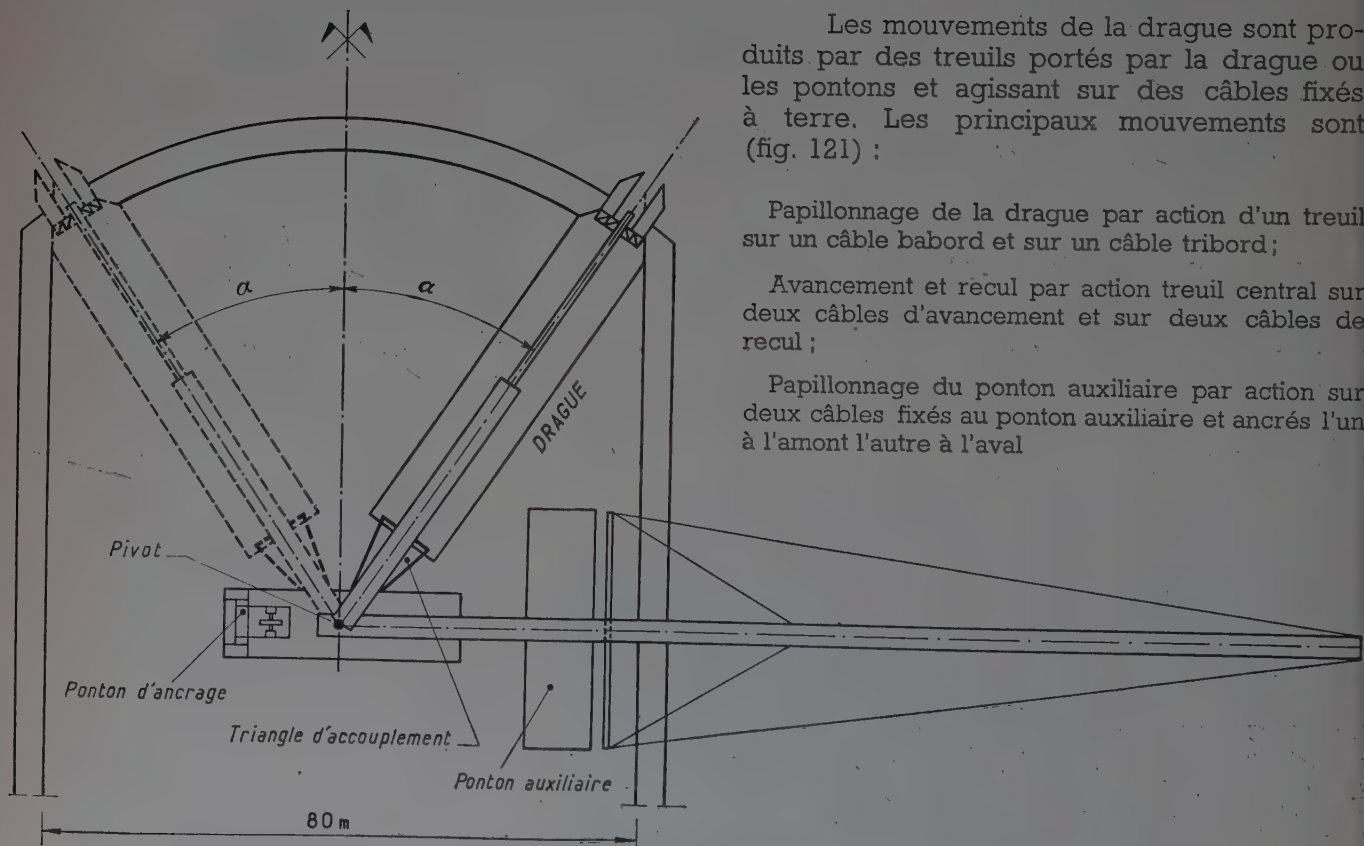


Fig. 125. — **Papillonnage d'une drague.** Montage standard, largeur de dragage 80 m minimum.

Les treuils, la chaîne à godets, les tapis transporteurs, etc., sont actionnés par des moteurs électriques alimentés à partir d'un transformateur de 1 000 kVA porté par le ponton auxiliaire, qui reçoit par un câble flottant le courant du secteur triphasé 13 500 V et l'abaisse à 380 V. Les treuils sont équipés dans le système **Ward Leonard**, les autres moteurs sont alimentés directement en courant triphasé.

Le tableau suivant donne la liste des principaux moteurs :

MOTEUR	TYPE	PUISSANCE ch	OBSERVATIONS
Entraînement chaîne à godets..	triphase 220/380 V	350	Surcharge 100 % au démarrage
Transporteurs	—	2 × 50	
	—	140	
Treuil de levage de l'élinde....	Ward Leonard	200	Continu 220 V
Treuil central		100	
Treuil de papillonnage de la drague	—	50	—
Treuil de papillonnage du pon- ton auxiliaire	—	2 × 25	—
Treuil de levage de la bigue..	—	50	—
Débiteur à déblais	—	20	—
Monitor	triphase 220/380 V	50	
Pompe de cale	—	50	
Pompe de lavage	—	10	
Génératrice d'éclairage	—	35	
	—	25	

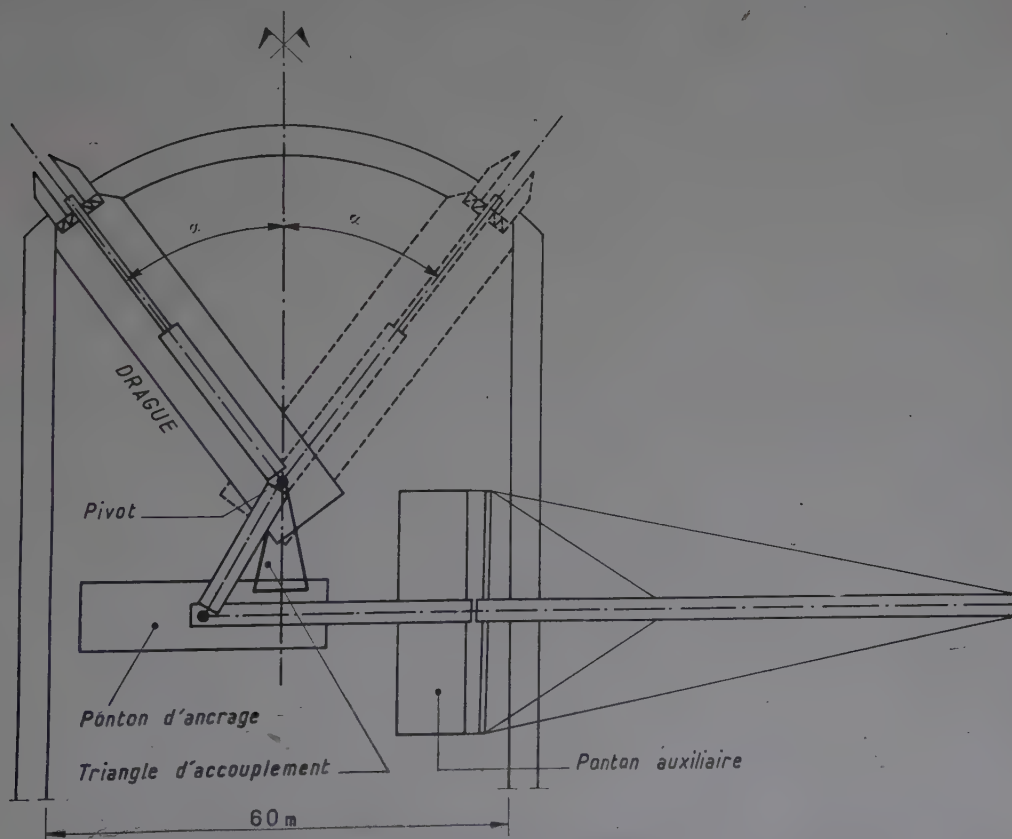


Fig. 126. — **Papillonnage d'une drague.** Montage spécial permettant de draguer une largeur de 60 m.

La profondeur de dragage au-dessous du plan d'eau doit être supérieure à 4,50 m ; pour une profondeur inférieure en effet le rendement baisserait considérablement d'une part à cause d'un mauvais remplissage des godets qui à cette faible profondeur sont très inclinés, d'autre part à cause du traînage du brin mou de la chaîne à godets sur le fond de fouille risquant d'entraîner des décapelages qui ne pourraient être évités que par une réduction importante de la vitesse de papillonnage.

Quant à la profondeur maximum de dragage qui est, comme nous l'avons vu :

- 9,70 m pour la drague **Tourane** du canal d'amenée
- 17,50 m pour les dragues du canal de fuite avec l'élinde longue

elle permet d'atteindre le plafond du canal en une seule phase en maintenant le plan d'eau au niveau de la nappe phréatique dans les régions suivantes du canal :

1° Au canal d'amenée (nappe phréatique 53 à 55, plafond du canal 47).

2° Dans le tronçon aval du canal de fuite, entre les km 22 et 28 (nappe phréatique 40 à 33, plafond du canal : 22,50 environ).

Par contre dans le tronçon amont du canal de fuite, entre les km 18 et 22 où la nappe phréatique atteint les cotes 47 à 40 soit 24,50 m à 17,50 m au-dessus du plafond, il faudra draguer en deux phases (fig. 122) ; dans une première phase le plan d'eau sera celui de la nappe et permettra de draguer les couches supérieures et dans une seconde phase le plan d'eau sera abaissé jusqu'à la cote :

$$22,50 + 17,50 = 40 \text{ au maximum.}$$

permettant à la chaîne à godets d'atteindre le plafond du canal.

Remarquons d'ailleurs que dans cette région amont où le terrain naturel est élevé (cote 45 à 50), l'importance des dépôts pourra conduire à utiliser pour les passes profondes un plan d'eau qui ne s'abaissera guère au-dessous de la cote 39-40 afin d'utiliser toute la hauteur disponible sous l'extrémité du transporteur.

Pour maintenir les plans d'eau aux niveaux compatibles avec les différentes phases de dragage on limite les biefs des dragues par des « bouchons » maintenus ou reconstitués en travers du canal et on agit sur le plan d'eau soit par une alimentation provenant des canaux secondaires, des cours d'eau, des eaux d'épuisement voisines, etc., quand il faut l'élever, soit par des ouvrages d'évacuation pour l'abaisser.

Dans le canal d'amenée le bief de la drague **Tourane** est limité : à l'amont par un bouchon reconstitué au km 1 + 210, pour le séparer du chantier de construction des ouvrages d'entrée et à l'aval par un bouchon qui s'est déplacé successivement du km 4 (pont-rail et pont R. N. 7), au km 5 (bouchon sur lequel passait la rivière **La Berre**) puis au km 8 + 400, emplacement du pont du C. D. 358, au fur et à mesure de l'achèvement des terrassements exécutés par les grands draglines et de l'avancement de la drague vers l'aval. Les grands draglines qui opéraient entre le pont du C. D. 358 (km 8 + 400) et le pont du V. O. 2 (km 15 + 500) ayant achevé leur programme, la drague a pu franchir le C. D. 358 après enlèvement du bouchon du km 8 + 400 et il subsiste finalement un bouchon au V. O. 2 qui isole le bief de la drague, du chantier asséché de la région de l'Usine. Ce dernier bouchon sera enlevé au moment de la mise en eau de l'Usine.

Au canal de fuite existe un bouchon au km 18 + 210 qui sépare la région de l'Usine des chantiers de dragage. Les deux biefs amont et aval sont en outre séparés par le bouchon constitué par la déviation de la voie ferrée et de la R. N. 7 au km 22 + 600, qui permet de maintenir dans le bief amont un plan d'eau élevé tant qu'il est nécessaire, alors que le plan d'eau du bief aval est au niveau du Rhône voisin de la cote 35. Le bouchon du km 18 + 210 sera enlevé quand l'Usine pourra être mise en eau par l'aval.

LES INSTALLATIONS

Le montage, l'entretien et les réparations de l'important matériel de terrassement mis en œuvre ont nécessité des installations puissantes que nous décrirons sommairement.

Les éléments des engins sont arrivés par chemin de fer en gare de Lapalud d'où ils ont été amenés au chantier par camions. On avait aménagé en gare, sur un embranchement, un parc de déchargement avec un portique de 30 t et 13 m de portée.



Fig. 127.
Lancement
d'un ponton
de drague.

Le principal chantier de montage, celui des dragues du canal de fuite au km 19 était un véritable chantier de construction navale équipé du matériel et des principales installations suivantes :

Grues de 1 t à 30 t (grues sur chenilles **Pinguely TR 60-VH 230**, grues sur pneus **Orton** et **Osgood**); pontons bigues de 35 t; distribution d'air comprimé (puissance totale des compresseurs 300 ch); conduite de distribution d'électricité; aires de dépôt; magasins et ateliers

et occupait environ 500 ouvriers.

On avait, en outre, creusé en dessous de la nappe phréatique à l'aide d'engins terrestres (scrappers, draglines, tombereaux à pneus) un bassin avec une rampe de lancement dont le plan d'eau avait une surface de 20 000 m² et une profondeur de 5 m et qui avait exigé le terrassement de plus de 200 000 m³ de terre.



Fig. 128. — Montage
d'une drague. Mise
en place de la poutre
de raccordement et
du transporteur à
l'aide de ponton
bigues.

Au bord de la rampe, étaient installées deux cales de montage de pontons et deux cales de montage de coques de drague.

La succession des opérations pour chaque drague comportait :

Le montage à terre de la coque et des deux pontons; le lancement (fig. 127); l'achèvement du montage à flot (fig. 128 et 129).

Quatre dragues furent montées, lancées et équipées à ce chantier du km 19. La cinquième drague **Tourane** fut montée au km 1 du canal d'amenée où un atelier de montage semblable mais moins important avait été également installé.

L'entretien courant du matériel, les dépannages, les réparations d'urgence sont effectuées aux **Ateliers de la Participation L. D. D.** qui se composent de :

1° Un atelier à Bollène qui comprend :

Atelier mécanique (5 tours, perceuses, fraiseuses, étau limeur, meules, postes de soudure, etc.); atelier de tôlerie et forge; atelier de charpente métallique; atelier de réparation de bateaux; magasins; aires de dépôt; parc à fer; parc à bois.

2° Un atelier à Servatte sur le canal d'amenée (perceuses, meules, postes de soudure, garage, citerne à gas-oil, magasin).

3° Un atelier à Mondragon pour le bief aval du canal de fuite.

La **Participation L. D. D.** utilise aussi le **Centre Industriel du Groupement** pour toutes les réparations qui peuvent être prévues un certain temps à l'avance telles que :

Préparation de rouleaux d'élinde, de rouleaux de tapis, rechargement d'axes de godet, etc.

* * *

Malgré les difficultés et les problèmes nouveaux rencontrés sur ce grand chantier, le programme des travaux est suivi de façon satisfaisante.

Les principaux obstacles qu'il a fallu surmonter ont été d'une part les retards de livraison et de montage du matériel entraînant une mise en place tardive des appareils les plus productifs, et d'autre part une difficulté technique, la mauvaise qualité des terrains, qui dépassait les prévisions les plus pessimistes et à laquelle il a fallu adapter non seulement la forme et la composition des digues, mais encore les engins de terrassement eux-mêmes et leur méthode d'emploi.

Ces obstacles ont été surmontés en temps voulu et l'adaptation nécessaire a été faite. La production mensuelle du chantier de terrassement a atteint en période normale 1 200 000 m³ en moyenne et on peut envisager maintenant l'achèvement des travaux dans le délai fixé.



Fig. 129. — Mise en place de la flèche du transporteur d'extrémité.

DOCUMENTATION TECHNIQUE

SERVICE DE DOCUMENTATION

L'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics peut en général fournir la reproduction *in extenso* des documents figurant à l'index analytique de documentation : sur microfilms négatifs de 35 mm qui peuvent être lus en utilisant soit un agrandisseur photographique courant, soit un lecteur de microfilms ou en positifs sur papier photographique.

Les demandes de documents doivent comporter le numéro d'ordre placé en tête de l'analyse, le titre du document et le nom de l'auteur.

Prix des reproductions photographiques :

Microfilms : la bande de 5 images (port en sus) 100 F

Positifs sur papier : la page (port en sus) :

Format	9 × 12	55 F
	13 × 18	70 F
	18 × 24	90 F
	21 × 27	130 F
	Minimum de perception	150 F

Ces prix sont susceptibles de variation.

Pour tous renseignements, s'adresser à l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, 28, boulevard Raspail, Paris-VII^e.

SOMMAIRE

DOCUMENTATION TECHNIQUE
RÉUNIE EN SEPTEMBRE 1951
FASCICULE NUMÉRO

50

	Pages.
I. — INDEX ANALYTIQUE DE DOCUMENTATION. ...	306
Architecture et Urbanisme	306
Sciences de l'Ingénieur	306
Les Arts de la Construction	310
Les Ouvrages	323
II. — BIBLIOGRAPHIE.	330

I. — INDEX ANALYTIQUE DE DOCUMENTATION ⁽¹⁾

Les références de chaque article sont données dans l'ordre suivant : Numéro d'ordre, titre de l'article, nom de l'auteur, nom de la revue, date, numéro du fascicule, nombre de pages, nombre de planches.

Conformément aux recommandations faites par le Conseil International de Documentation du Bâtiment (C. I. D. B.), les analyses présentées dans la *Documentation Technique* comporteront désormais leur indexation suivant les notations de la Classification Décimale Universelle (CDU). Comme précédemment, les analyses continueront à être publiées dans la *Documentation Technique* dans l'ordre des rubriques de la classification, du système CORDONNIER, mise au point il y a quelques années pour le rangement du fichier de documentation de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics.

B. — ARCHITECTURE ET URBANISME

Ba ÉTUDE DES BESOINS A SATISFAIRE. LE PROGRAMME

Bab BESOINS DIRECTS DE L'HOMME

Bab j Problèmes du logement.

1-50. L'œuvre de l'Association écossaise de l'Habitation particulière (The work of the Scottish Special Housing Association). BENT (J. A.); J. R. I. B. A., G.-B. (sep. 1951), vol. 58, n° 11, p. 415-422, 38 fig. — Historique de l'Association créée en 1937 et chargée en 1944 de créer 10 000 logements nouveaux. Organisation du travail dans l'Association, spécialisée en particulier dans la construction des régions minières. Organisation administrative et financière de l'Association. Exécution des travaux par équipes directement salariées. Surveillance des travaux. Assurance des bâtiments construits. Etat actuel des travaux en cours d'exécution. E. 17459. CDU 711 : 728.3.

2-50. L'unité d'habitation dans la doctrine et dans les œuvres de Le Corbusier (L'unità di abitazione nella dottrina e nelle opere di LE CORBUSIER). LENA (V.); *Ingegnere*, Ital. (août 1951), n° 8, p. 829-834, 11 fig., 3 réf. bibl. — Exposé des grandes lignes de la doctrine et de l'œuvre de LE CORBUSIER; sa théorie rénovatrice de l'habitation adaptée à un ordre social nouveau; caractéristiques essentielles de ses œuvres les plus récentes et en particulier de la réalisation de Marseille. E. 17160. CDU 711.4 : 720.1.

Bab m Le bien-être.

3-50. Représentations graphiques relatives au confort, d'une utilisation simple et pratique (Darstellungen der Raumbehaglichkeit für den einfachen praktischen Gebrauch). PELS LEUSDEN (F.), FREYMARK (H.); *Gesundheitsingenieur*, All.

(août 1951), n° 16, p. 271-273, 4 fig., 23 réf. bibl. — Évaluation des divers éléments constituant le « climat » : température des murs, des plafonds; influence des intempéries. Mesures techniques : température, humidité. Établissement et utilisation des diagrammes tirés des mesures. E. 17128.

CDU 392.3 : 728 : 612.5 : 697 : 620.1.

Bac PROBLÈMES COLLECTIFS

Bac j Les agglomérations. Urbanisme.

4-50. La construction urbaine économique (Wirtschaftlicher Städtebau). WAGNER (M.). Ed. : Julius Hoffmann, Stuttgart, All. (1951), 1 vol., 190 p. — Voir analyse détaillée B-523 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 17118.

CDU 711 : 728 : 690.031 (02).

5-50. La nouvelle ville d'Alvalade à Lisbonne (New town of Alvalade, Lisbon). KENYON (A. W.); *Builder*, G.-B. (7 sep. 1951), vol. 181, n° 5664, p. 313-316, 8 fig. — Description d'une ville entièrement nouvelle, construite à la limite septentrionale de Lisbonne et couvrant une superficie de 230 ha pour une population de 45 000 habitants. Plan général. Bâtiments publics : écoles, églises, bâtiments administratifs, marchés, etc. Bâtiments réservés à l'habitation. Ces derniers sont des logements à loyers modérés. E. 17195.

CDU 711.417 : 728.2.

Be LA COMPOSITION

6-50. L'architecture suisse (Schweizer Architektur). VOLKART (H.). Ed. : Otto Maier, Ravensburg, All. (1951), 1 vol., 224 p., 598 fig. — Voir analyse détaillée B-525 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 17146.

CDU 711 : 728 (02).

C. — SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

Ca RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Cab ÉTAT GÉOMÉTRIQUE ET MÉCANIQUE DES CORPS

Cab j Forme géométrique initiale des pièces et constructions.

7-50. Comportement des pièces à parois minces soumises à la compression (The behaviour of thin-walled structural members in compression). CHILVER (A. H.); *Engineering*, G.-B. (31 août 1951), vol. 172, n° 4466, p. 281-282, 10 fig. — Des essais

de compression ont été effectués sur un U métallique placé verticalement entre deux plateaux parallèles. Étude des déformations observées en fonction de la compression exercée. Discussion théorique des résultats observés. Possibilités d'extension de la méthode. E. 17144.

CDU 691.71 : 690.4 : 620.1.

8-50. Le tube, élément de la construction en acier (Das Rohr als Bauelement im Stahlbau). GEILINGER (E.); *Stahlbau-Bericht*, Suisse (juin 1951), n° 18, 12 p., 17 fig. — Le tube, élément résistant à la compression. Étude statique; flambage. Charges admissibles pour divers diamètres de tubes. Economie de poids et frais de construction. Assemblages des tubes. Corrosion : peinture

(1) TABLES DE L'INDEX ANALYTIQUE DE DOCUMENTATION : ANNÉES 1948 et antérieures : Fascicule 20 bis de *Documentation Technique*.
ANNÉE 1949 : Fascicule 30 bis de *Documentation Technique*.
ANNÉE 1950 : Fascicule 40 bis.

et galvanisation. Aspect extérieur des constructions tubulaires. Exemples de construction : halle; pont roulant; tour de paratonnerre. E. 17415. CDU 621.462 : 693.97 : 690.576.

Cab m

État mécanique.

9-50. Résistance au cisaillement des poutres en béton armé (The strength of reinforced concrete beams in shear). WILBY (C. B.); *Magaz. Concr. Res.*, G.-B. (août 1951), n° 7, p. 23-30, 8 fig., 10 réf. bibl. — Influence des facteurs suivants sur la résistance maximum au cisaillement : pourcentage et espacement des armatures inclinées à 45°; rapport de la contrainte de cisaillement à la hauteur effective de la poutre; pourcentages des armatures de compression et d'extension. Discussion des résultats de nombreux essais. Comparaison des diverses théories avec la charge réelle de rupture. E. 17463. CDU 539.386 : 690.237.22 : 693.55.

10-50. Auto-contraintes des milieux anisotropes. OLSZAK (W.). Tiré à part de *Bull. Acad. Pol. Sci. Lettres*, Pol. (1951), vol. 1, n° 1, p. 47-60, 2 fig., 10 réf. bibl. — Étude des auto-contraintes des corps anisotropes, c'est-à-dire les contraintes initiales qui peuvent solliciter un corps sans qu'il soit soumis à l'action de forces extérieures, par exemple pièces moulées, béton, pièces soudées. Actions thermo-élastiques. E. 17444. CDU 532.13 : 691.328.2 : 621.791.

Cac

THÉORIES ET PROCÉDÉS DE CALCUL ET DE REPRÉSENTATION

Cac j

Théories générales.

11-50. Propriétés intrinsèques des milieux élastiques (Propriedades intrinsecas dos meios elasticos). CAMPOS E MATOS (A. DE). Laboratório de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Port. (1950), 1 vol., 111 p., nombr. réf. bibl. — Voir analyse détaillée B-529 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 15199. CDU 539.3 : 518.5 (02).

Cac l

Phénomènes dynamiques.

12-50. Calcul des oscillations mécaniques (Berechnung mechanischer Schwingungen). SÖCHTING (Fr.). Éd. : Springer, Vienne, Autr. (1951), 1 vol., x-325 p., 143 fig. — Voir analyse détaillée B-520 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 17464. CDU 534 : 518.5 (02).

Cac n

Procédés de calcul et de représentation.

13-50. Formules pour le calcul des cadres. KLEIN-LOGEL (A.). Éd. : Libr. Polytech. Ch. Béranger, Paris-Liège (1951), 1 vol., xxiv-462 p., 1757 fig. — Voir analyse détaillée B-514 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 17331. CDU 693.9 : 518.5 (02).

14-50. Portiques étagés à multiples lignes de supports. Recherche d'une méthode pour simplifier les calculs théoriques. PERRIN (E. A.); *Bull. Tech. Bur. Véritas*, Fr. (sep. 1951), n° 9, p. 163-177, 11 fig. — Exposé d'une méthode pratique de calcul des bâtiments à étages, par décomposition en cellules comportant un petit nombre d'inconnues, puis à superposer les résultats obtenus pour l'état élastique. En annexes, calcul des moments sur appuis des poutres continues, calcul du moment de flexion dans le cas d'un étage entre poteaux articulés, mode de résolution rapide d'un système d'équations linéaires, calculs relatifs à une cellule élémentaire type. E. 17479. CDU 693.9 : 518.5.

15-50. Théorie de la déformation des poutres en béton armé sous des charges instantanées (A theory of deflexion of reinforced concrete beams under short-term loads). BLAKEY (F. A.); *Magaz. Concr. Res.*, G.-B. (août 1951), n° 7, p. 3-8, 9 fig. — Méthode de calcul tirée de la théorie élémentaire de l'élasticité. Les résultats de cette méthode sont plus proches de la réalité que ceux d'autres méthodes de calcul. Exposé de la théorie. Processus des essais et résultats des expériences effectuées à Hobart et à Cambridge. E. 17463. CDU 690.237.22 : 693.55 : 518.5.

16-50. Théorie de la résistance maximum des colonnes en béton armé chargées excentriquement (Ultimate strength theory for eccentrically loaded reinforced concrete columns). COWAN (H. J.); *Magaz. Concr. Res.*, G.-B. (août 1951), n° 7, p. 19-22, 4 fig., 5 réf. bibl. — Méthode de calcul de la résistance

maximum de sections en béton armé soumises à la flexion et à la compression, fondée sur le diagramme théorique contrainte-allongement d'Emperger et Jensen. Les équations donnant la résistance maximum sont tirées des premières réactions du béton et des armatures à la compression et à l'extension. E. 17463. CDU 620.237.52 : 693.55 : 518.5.

17-50. Calcul de la résistance de rupture de poutres en T en béton armé. II (fin) (The design for ultimate strength of reinforced concrete T-beams. II). COWAN (H. J.); *Civ. Engng.*, G.-B. (sep. 1951), vol. 46, n° 543, p. 680, 1 fig., 1 réf. bibl. — Établissement des équations répondant à une théorie approximative qui néglige la compression dans la nervure en béton. Ces équations donnent la hauteur effective de la poutre et la section d'armatures nécessaires. Exemples utilisant successivement les théories générale et approximative. Comparaison des résultats. E. 17436. CDU 539.424 : 690.237.22 : 691.328 : 691.71.

18-50. Derniers progrès réalisés dans le calcul des éléments en béton armé (Modern developments in reinforced concrete design). GRANHOLM (H.); *Engineer*, G.-B. (28 sep. 1951), vol. 192, n° 4992, p. 409-411, 4 fig. — Pour réduire au minimum le prix de revient des constructions en béton armé, il faut utiliser au maximum les possibilités de résistance de l'acier et du béton. Progrès réalisés dans l'armature (barres crénelées) et le béton. Différentes méthodes de calcul de résistance des dalles. E. 17544. CDU 691.328 : 691.71.

19-50. Flambage des pieux faiblement chargés et leur calcul compte tenu de la charge critique (Buckling of slender bearing piles and their design with reference to critical loads). BANERJEE (S. P.); *Civ. Engng.*, G.-B. (sep. 1951), vol. 46, n° 543, p. 672-674, 9 fig., 4 réf. bibl. — Danger du flambage dans les pieux foncés dans l'eau ou un sol meuble et qui n'ont que de faibles appuis latéraux. Hypothèse de calcul du rapport direct de la pression et de la déformation. Bases de l'étude : longueur de pieu infinie, deux cas particuliers. Étude des cas présentés dans la pratique : mouvement possible ou non de la tête du pieu. Contraintes induites dans le pieu. Conditions de calcul. Exemples numériques et remarques. E. 17436. CDU 624.154 : 518.5.

20-50. Statique des poutres en forme de cadres (Statik der rahmen artigen Tragwerke). PIRLET (J.). Éd. : Springer, Berlin, All. (1951), 1 vol., 168 p., 80 fig., 5 tableaux h. t. — Voir analyse détaillée B-519 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 17172. CDU 690.237.22 : 518.5 (02).

21-50. Procédé pour le calcul approché d'éléments soumis au flambage à moment d'inertie variable par paliers (Näherungsverfahren für die Berechnung von Knickstäben mit stufenweise veränderlichem Trägheitsmoment). WEYEL (E.); *Bautechnik* (Stahlbau), All. (mai 1951), n° 5, p. 64-68, 18 fig. — Considérations générales sur le flambage. Établissement de la formule pour un élément constitué de deux parties ayant un moment d'inertie différent; puis pour un élément comprenant trois parties. Comparaison des résultats approchés et des résultats exacts. Dans le deuxième cas, examen de diverses variantes dépendant de la position réciproque des trois parties de l'élément. E. 17404. CDU 539.37 : 518.5.

22-50. Calcul approché par la méthode de Cross du renforcement des appuis (Die Auflagerverstärkungen (Vouten) bei der Näherungsrechnung nach Cross). RIEGER (K.); *Beton-Stahlbetonbau*, All. (sep. 1951), n° 9, p. 193-197, 20 fig., 2 réf. bibl. — Cas des poutres statiquement indéterminées. Renforcements sur appuis pour un moment $M = 1$. Coefficients de raideur. Moments sur appui pour une charge uniformément répartie. Moment en cas de déplacement des appuis. Divers renforcements sur les deux appuis. E. 17343. CDU 690.237.22 : 518.5.

23-50. Calcul des poutres sur appuis élastiques d'après la méthode des paramètres primitifs (à suivre) (Die Berechnung des Balkens auf elastischer Bettung nach dem Verfahren der anfänglichen Parameter). SWIDA (W.); *Beton-Stahlbetonbau*, All. (sep. 1951), n° 9, p. 208-210, 14 fig., 6 réf. bibl. — Introduction et théorie générale des poutres sur appuis élastiques. Paramètres « initiaux ». Lignes d'influence du moment de flexion. Exemple numérique. E. 17343. CDU 690.237.22 : 518.5.

24-50. Problèmes d'examens et d'exercices de la mécanique du point et du corps solide. II : Cinématique et cinétique du point (Prüfungs- und Übungsaufgaben aus der Mechanik des Punktes und des starren Körpers. II : Kinematik und Kinetik des Punktes). FEDERHOFER (K.). Éd. : Springer, Vienne, Autr. (1951), 1 vol., iv-103 p., 105 fig. — Voir analyse détaillée B-521 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 17465. CDU 518.5 (02).

25-50. **Problèmes d'examens et d'exercices de la mécanique du point et du corps solide. III : Cinématique et cinétique des solides indéformables** (Prüfungs- und Übungsaufgaben aus der Mechanik des Punktes und des starren Körpers. II : Kinematik und Kinetik starrer Systeme). FEDERHOFER (K.). Ed. : Springer, Vienne, Autr. (1951), 1 vol., iv-139 p., 191 fig. — Voir analyse détaillée B-522 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 17466. CDU 518.5 (02).

26-50. **Console verticale proche de la flexion avec rigidité variable de façon discontinue** (Mensola verticale pressoinflessa con rigidità variabile a tratti). ZANABONI (O.); *Costr. metall.*, Ital. (mai-juin 1951), n° 3, p. 15-20, 2 fig., 2 réf. bibl. — Conditions d'équilibre d'une colonne verticale encastrée à la base, constituée par un certain nombre de tronçons possédant des rigidités différentes et soumise à une charge verticale ainsi qu'à une distribution de forces et de couples horizontaux. La solution est donnée sous la forme d'une série trigonométrique ce qui évite la considération directe des conditions de congruence entre les divers tronçons et permet de faire dépendre le nombre des inconnues utiles de l'approximation cherchée et non du nombre de tronçons. E. 17111. CDU 690.237.52 : 690.248 : 693.97 : 518.5.

27-50. **Plaque circulaire d'épaisseur variant de façon continue, avec charge et liaison symétriques** (Piastra circolare di spessore variabile con continuità, con carico e vincolo simmetrici). CATTIN (A.); *G. Genio civ.*, Ital. (juin 1951), n° 6, p. 411-433, 3 fig., 23 réf. bibl. — Détermination pour une plaque circulaire d'épaisseur variant suivant une loi donnée, appuyée sur le bord périphérique, de l'expression de l'angle formé par la tangente à la ligne méridienne de la surface élastique déformée avec le plan moyen primitif de la plaque. Cas d'indétermination de la solution générale et leur résolution. Cas particulier des plaques avec rebord libre. Exemples numériques mettant en évidence l'économie de matériel réalisable avec une plaque à épaisseur variable. E. 17342. CDU 691.413 : 518.5.

28-50. **Les portiques plans simplement assemblés calculés sans équations. V, VI.** (I telai piani semplicemente connessi calcolati senza equazioni. V, VI). DALL'AGLIO (B.); *G. Genio civ.*, Ital. (juin 1951), n° 6, p. 437-447, 14 fig., 3 réf. bibl. — Étude des effets des actions externes (forces horizontales et couples) appliquées aux pieds-droits d'armatures simplement assemblées qui ont des traverses ne formant pas une travée unique. Cas où l'un des nœuds d'extrémité est mis dans l'impossibilité de se déplacer. E. 17342. CDU 693.9 : 518.5.

29-50. **Sur le calcul approché des charges critiques des structures minces (suite)** (Sul calcolo approssimato dei carichi critici di strutture sottili). BERIO (A.); *Cemento*, Ital. (juin 1951), n° 6, p. 261-264, 3 fig. — Exposé des exemples d'application des méthodes de calcul décrites précédemment : méthode du moindre écart entre les travaux de déformation, méthode des approximations successives, méthode du moindre écart entre les flèches. E. 17107. CDU 539.424 : 621.4 : 518.5.

30-50. **La dalle rectangulaire, soutenue élastiquement tout le long de son contour et soumise à des conditions quelconques de charge. V** (La lastra rettangolare, sostenuta elasticamente lungo tutto il contorno, sottoposta a condizione qualunque di carico. V). POZZATI (P.); *G. Genio civ.*, Ital. (juin 1951), n° 6, p. 434-436, 5 fig., 3 réf. bibl. — Résultats d'expériences exécutées sur les dalles carrées et rectangulaires à la suite de recherches théoriques précédemment exposées. Plaque posée sur quatre appuis; plaque ayant deux côtés adjacents encastrés et les deux autres libres. Comparaison entre les résultats de l'expérience et de la théorie. Conclusion. E. 17342. CDU 691.413 : 518.5.

31-50. **La mesure de la plasticité** (The measure of plasticity). HUBER (M. T.). Extrait du *Bull. Acad. Pol. Sci. Lettres*, Pol. (1950), vol. 1, n° 2, (1951), 4 p., 1 fig. — Définition de la plasticité. Diverses mesures effectuées sur des corps plastiques : allongement d'un barreau, contraction dans le sens transversal, réduction de section. Recherche de la valeur des mesures ci-dessus qui représente le mieux la mesure de la plasticité : établissement de la formule représentant cette mesure. Tableau pratique permettant le calcul de celle-ci. E. 17445. CDU 539.37 : 620.17.

32-50. **Cylindres excentriques et arcs à deux articulations** (Cilindros excentricos y arcos biarticulados). GODED ECHEVERRIA (F.); *Rev. Ci. aplic.*, Esp. (juil.-août 1951), n° 21, fasc. 4, p. 304-311, 6 fig., 3 réf. bibl. — Résumé d'un mémoire primé par le Conseil Supérieur Espagnol des Recherches Scientifiques. Considération de huit problèmes distincts dont trois ont déjà été résolus dans le système bipolaire. Exposé de la méthode générale de résolution utilisée. Calcul du cylindre excentrique sous charges uniformes normales, puis avec charges tangentielles uniformes; cylindre soumis à la distorsion, tensions thermo-élastiques dans

les cylindres excentriques; arc à deux articulations. E. 17570. CDU 621.434 : 690.236 : 518.5.

33-50. **Détermination des coefficients de rigidité, de portance et de charge dans l'application de la méthode de la répartition des moments pour les pièces présentant des moments d'inertie variables (à suivre)** (Determination of stiffness coefficients, carry over factors, and load coefficients, in the application of the method of moment distribution for members with variable moments of inertia). SAMADDAR (S. K.); *Indian Concr. J.*, Inde (15 juil. 1951), vol. 25, n° 7, p. 145-149, 9 fig. — Exposé d'une modification de la méthode du professeur Fang-Yin Tsai, pour le calcul de ces coefficients, habituellement connus sous le nom de constantes de flexion. La méthode est basée sur un calcul précis qui évite les intégrations graphiques. Théorèmes applicables aux déterminations envisagées. Exemples numériques d'application de la méthode. E. 17106. CDU 518.5 : 690.43 : 539.384.

34-50. **Exemple numérique d'application de la théorie des poutres statiquement indéterminées de construction composée** (Zahlenbeispiel zur Theorie der statisch unbestimmten Tragwerke in Verbundbauweise). BOUE (P.); *Bautechnik* (Stahlbau), All. (mai 1951), n° 5, p. 59-62, 9 fig. — Position du problème : pont à trois travées, contraintes admissibles, conditions de chargement, température. Calcul statique. Section des aciers. Influence du fluage du béton; du retrait, fonction du temps; de différences inégales de température. E. 17404. CDU 690.237.22 : 691.32 : 539.37 : 518.5.

35-50. **Risque de voilement des poutres pleines ou ajourées. Calcul graphique.** PARIS (A.); *Bull. Tech. Suisse Romande*, Suisse (25 août 1951), n° 17, p. 225-231, 9 fig. — Après un rappel des études relatives au voilement des pièces fléchies, on considère les pièces en béton armé pour lesquelles les formules classiques sont trop optimistes. Méthode graphique d'approximations successives proposée pour le cas du voilement d'une paroi pleine et celui du flambage d'une membrure comprimée. Exemples numériques. E. 17123. CDU 539.37 : 690.237.22 : 518.3.

36-50. **On ne peut négliger l'effet de l'excentricité sur les poteaux métalliques, sans nuire à la sécurité** (Effect of eccentricity on steel columns cannot be safely ignored). ROGERS (P.); *Civ. Engng.*, U. S. A. (août 1951), vol. 21, n° 8, p. 55-56, 3 fig. — Deux tableaux montrent clairement que le fait de négliger l'excentricité provoquant l'introduction d'efforts de fléchissement sous la charge appliquée; se traduit par une réduction appréciable du facteur de sécurité. Méthode graphique permettant de tenir compte de l'effet des charges non symétriquement appliquées. E. 17121. CDU 690.237.52 : 693.97 : 518.3.

37-50. **Calcul des portiques continus à l'aide des équations de l'élasticité à trois membres (suite)** (Berechnung durchgehender Rahmen mit dreigliedrigen Elastizitätsgleichungen). HERMANN (W.); *Bautechnik*, All. (mai 1951), n° 5, p. 106-108, 6 fig. — Un premier exemple de calcul s'appliquait à des portiques de même hauteur et est fondé sur la loi des déplacements virtuels. Un second exemple s'applique à des portiques de hauteurs différentes, en admettant que les modifications des angles sont fonction des hauteurs. Détermination des lignes d'influence. Explication détaillée des calculs. E. 17404. CDU 693.9 : 518.3.

38-50. **Calcul des poutres composées en tenant compte du fluage des fibres. Tables pour la détermination des contraintes et pour le calcul des systèmes statiquement indéterminés** (Berechnung von Verbundträgern nach dem Kriechfaserverfahren. Tabellen zur Spannungsermittlung sowie zur Berechnung statisch unbestimmter Systeme). BUSEMANN (R.); *Stahlbau*, All. (sep. 1951), n° 9, p. 105-109, 15 fig. — Explication des tableaux. Méthode ramenant le calcul de sections composées au calcul de colonnes en béton armé chargées axialement. Utilisation de la méthode dans les systèmes statiquement indéterminés. Calcul des sections composées en tenant compte des contraintes dues au retrait. E. 17201. CDU 518.3 : 690.237.22 : 693.55.

Caf **ESSAIS ET MESURES MÉCANIQUES**

Caf I **Appareils.**

39-50. **Pratique de l'emploi des extensomètres électriques (« strain gages ») (à suivre)** [Erfahrungen in der Anwendung elektrischer Dehnungsgeber (« strain gages »)]. MEIER (J. H.); *Schweiz. Bauztg.*, Suisse (15 sep. 1951), n° 37, p. 516-519, 8 fig. — Exposé des méthodes permettant la mesure de la grandeur et de l'évolution dans le temps des allongements. Formules reliant les lectures des extensomètres électriques avec les allongements. Méthode de calcul des allongements. Méthodes d'étalonnage des

extensomètres. Description d'une installation de mesure transportable. E. 17385. CDU 691 : 620.17 : 681.208.

40-50. **Données d'expériences sur l'utilisation des extensomètres électriques (fin)** [(Erfahrungen in der Anwendung elektrischer Dehnungsgeber « straingages »)]. MEIER (J. H.); *Schweiz. Bauztg.*, Suisse (22 sep. 1951), n° 38, p. 527-531, 9 fig., 3 réf. bibl. — Vérification des divers extensomètres. Connexions des ponts de mesure et instruments enregistreurs. Gamme des fréquences utilisées dans les enregistreurs. Amplification de la signalisation par courant continu. Courbes-types inscrites par ces enregistreurs. Agencement de l'extensomètre pour les recherches sur le mouvement des burins. Mesure de la vitesse de rotation des arbres par les générateurs-tachymètres ordinaires. Camions portant les appareils d'enregistrement; leur aménagement. E. 17453. CDU 620.15.

Caf m

Technique d'exécution.

41-50. **Essais sur maquette du port d'Aberdeen** (Model investigations of Aberdeen harbour). LAWSON (J. D.); *Engineering G.-B.* (31 août 1951), vol. 172, n° 4466, p. 283-284, 6 fig., 1 fig. h. t. — Le modèle réduit du port d'Aberdeen a été exécuté à l'échelle 1/660 pour le plan horizontal et à l'échelle 1/60 pour le plan vertical. Un mécanisme spécial a été construit de façon à soumettre ce modèle réduit à l'action des marées et des vagues. On a pu ainsi étudier l'influence de ces phénomènes sur les différentes parties du port. E. 17144. CDU 627.3 : 620.015.7.

42-50. **Études d'après maquettes du port d'Apra (fin)** (Model studies of Apra harbour). KNAPP (R. T.); *Dock Harbour Author.*, G.-B. (sep. 1951), vol. 32, n° 371, p. 155-159, 9 fig. — Résultats obtenus lors de l'étude d'une maquette du port d'Apra. Effet des courants des marées, effet des lames produites au cours des tempêtes, effet des courants marins normaux existant dans la région. Résultats obtenus avec un brise-lames intérieur et avec des canaux de circulation intérieurs. Résumé de l'étude présentée et conclusions générales. E. 17155. CDU 627.3 : 620.015.7.

43-50. **Une cellule perfectionnée pour l'essai à la compression triaxiale des mélanges bitumineux pour chaussées** (An improved triaxial compression cell for testing bituminous paving mixtures). CARPENTER (C. A.), GOODE (J. F.), PECK (R. A.); *Publ. Roads*, U. S. A. (août 1951), vol. 26, n° 9, p. 173-179, 9 fig. — La nouvelle cellule, réalisée par le laboratoire du Bureau of Public Roads et qui permet les essais de compression triaxiale, est munie d'une ouverture circulaire à la base, par laquelle on introduit le spécimen à essayer. Les essais peuvent être effectués à l'air comprimé ou sous pression d'eau chaude. Des dispositifs de protection sont prévus pour soustraire l'opération aux dangers d'explosion. Mode d'emploi de la cellule. Essais préliminaires effectués avec cette nouvelle cellule. E. 17112. CDU 625.85 : 691.161 : 620.015.7.

Cæ

MÉCANIQUE-DES FLUIDES

Ceb **THÉORIES GÉNÉRALES. ESSAIS ET MESURES**Ceb j **Définitions et équations générales.**

44-50. **Amortissement de l'énergie cinétique en hydraulique** (Amortiguación de la energía cinética en la hidráulica). SCHOKLITSCH (A.); *Tecnica*, Argent. (déc. 1950), vol. 1, n° 1, p. 6-21, 54 fig., 16 réf. bibl. (résumé anglais). — Exposé du phénomène de la transformation de l'énergie cinétique d'un écoulement à grande vitesse en énergie thermique par l'intermédiaire des tourbillons. Formation des tourbillons; forme la plus efficace à donner aux tourbillons. Étude du profil le plus adapté aux différents régimes prévus dans une installation d'amortissement; influence de l'émulsion d'air sur le phénomène. Caractéristiques d'un type d'amortisseur construit par l'auteur. Principes et caractéristiques de différents types en service et de projets proposés par divers chercheurs. Conclusion. E. 17344. CDU 627.8 : 532.5.

Ced

FLUIDES COMPRESSIBLES

45-50. **Deux exemples de transmission de coups de bélier d'onde au canal d'amenée d'une usine munie d'une cheminée d'équilibre.** ESCANDE (L.); *Rev. Gén. Hydraul.*, Fr. (nov.-déc. 1950), n° 60, p. 283-291, 13 fig. — Rappel de la formule

donnant la surpression maxima. Étude de la transmission de surpressions dues à des variations rythmiques de débit sur un cas concret. Étude dans le cas de l'usine de Bort-les-Orgues des surpressions transmises au canal d'amenée dans le cas d'une cheminée d'équilibre de grande longueur. E. 17347. CDU 532 : 627.8 : 628.15.

46-50. **Sur quelques causes particulières de formation des coups de bélier et divers phénomènes qui peuvent les accompagner.** KOVATS (A. de); *Rev. Gén. Hydraul.*, Fr. (nov.-déc. 1950), n° 60, p. 302-306, 2 fig. — Analyse de quelques causes de rupture des conduites forcées. Effets de certaines irrégularités de fonctionnement des organes de fermeture ou de protection d'une conduite. Perturbations créées par la présence d'air occlus. E. 17347. CDU 532 : 628.15.

Ci

GÉOPHYSIQUE

Cib

STRUCTURE DU GLOBE

Cib l

Géologie.

47-50. **Généralisation de la formule établie pour le calcul des filons rocheux; vérification des coefficients** (Generalization of the formula for calculation of rock-fill dikes and verification of its coefficients). IRIBARREN CAVANILLES (R.), NOGALES Y OLANO (C.); *Corps Engrs*, U. S. Army; *Res. Center. Waterw. Exper. Stal. Vicksburg*, Miss. (août 1951), trad. n° 51-4, 27 p. 9 fig. (tiré de *Rev. Obras. Publ.*, Esp., mai 1950). — Démonstration de la généralisation de la formule $P = \frac{N \cdot A^3 d}{(\cos \alpha - \sin \alpha)^3 \cdot (d - 1)^3}$

établie en 1938. Examen et vérification des coefficients « N ». E. 17523. CDU 551 : 622.35.

Cib m

Géotechnique (étude des sols).

48-50. **Indicateurs d'humidité à bloc de gypse, servant d'instruments de mesure de la tension de l'eau souterraine** (Gypsum block moisture meters as instruments for the measurement of tension in soil water). ARCHISON (G. D.), BUTLER (P. F.); *Austral. J. Appl. Sci.*, Austral. (juin 1951), vol. 2, n° 2, p. 257-266 10 fig., 7 réf. bibl. — Cet appareil a été proposé pour la mesure sur place. Efficacité du bloc de gypse type Bouyoucos qui évite de faire des prélèvements d'échantillons. Description de l'appareil, ses caractéristiques. Représentation sur des graphiques, des observations recueillies sur deux sols différents. Rapports-types entre la résistance et la tension dans les blocs de gypse normalisés. Avantages du procédé de mesure directe. E. 17456. CDU 624.131.3 : 697.942.

49-50. **Que vous envisagiez une station de traitement d'eaux usées, une centrale, une usine ou un laminoir, il vous faut d'abord un terrain approprié** (Sewage works, power plant, factory or mill, first, you need a construction site). *Engng News-Rec.*, U. S. A. (16 août 1951), vol. 147, n° 7, p. 28-31, 6 fig. — L'emplacement et la préparation du terrain sont de première importance. Il faut souvent assainir et consolider les fondations et, au besoin, empiéter sur le littoral du lac ou de la mer. Exemples de terrains difficiles et exposés des différentes solutions adoptées. E. 17141. CDU 624.131.

50-50. **Fondations sur sols argileux susceptibles de retrait** (Foundations on shrinkable clays). EAST (E. W.); *J. Instn Munic. Engrs*, G.-B. (4 sep. 1951), vol. 128, n° 3, p. 273-279, 6 fig. — Trois types de fondations ont été envisagés : 1° Fondations usuelles sur tranchées; 2° Fondations sur dalle; 3° Fondations sur pieux et poutres horizontales reposant sur ces pieux. La première solution était à écarter en raison de la nature du sol, la seconde était trop coûteuse; la troisième solution s'est avérée économique, efficace et d'une réalisation rapide. On a utilisé des pieux de 0,30 m de diamètre et de 2,10 m de profondeur. Les poutres horizontales reposaient en partie sur le sol et en partie sur les pieux, mais la résistance de ces derniers était suffisante pour supporter la totalité de la charge des poutres au cas où une période de sécheresse aurait provoqué un retrait important de l'argile. E. 17176. CDU 624.131 : 624.154.

51-50. **Calcul de la poussée des terres en tenant compte de l'action sismique** (Calculo del empuje de tierra teniendo en cuenta la acción sísmica). LOPEZ ZIGARAN (R.); *Tecnica*, Argent. (déc. 1950), vol. 1, n° 1, p. 22-29, 12 fig., 1 réf. bibl. (résumé anglais). — Détermination de la poussée des terres en tenant

compte de l'onde sismique obtenue en remplaçant dans le calcul de la formule de Coulomb l'accélération de la pesanteur par l'accélération du mouvement sismique. Extension de la solution graphique de Poncelet. Abaques simplifiés. Comparaison entre les valeurs obtenues en tenant compte ou non de l'effet sismique; l'influence de l'effet sismique est d'autant plus grande que la pente du terrain est plus forte. E. 17344. CDU 624.131 : 518.3.

52-50. **Problèmes techniques du bassin de l'Emscher** (Technische Probleme im Emschergebiet). RAMSHORN (A.); *Wasserwirtschaft*, All. (sep. 1951), n° 12, p. 416-423, 16 fig. — Conséquences de l'affaissement du sol dû aux travaux miniers du bassin de l'Emscher. Nécessité de l'épuration des eaux résiduelles. Pompage des régions affaissées où se concentraient les eaux. Essais de régularisation des cours d'eau affluents de l'Emscher de 1910 à 1950. Dégâts causés aux murs en béton par les sous-pressions d'eau. Relevage des fonds des affluents de l'Emscher. Installations de pompage pouvant être descendues suivant les affaissements de terrain. Installations d'épuration de l'eau. Modifications de ces installations nécessitées par les affaissements. E. 17197. CDU 628.515 : 624.131.4.

Cif MESURE ET REPRÉSENTATION DU GLOBE

Cif j Géodésie.

53-50. **Semaine géodésique de Cologne, en 1950** (Geodätische Woche Köln 1950). JUNG (F. R.). Éd. : Kon-

rad Wittwer, Stuttgart, All. (1951), 1 vol., 291 p., 98 fig., 1 pl. h. t. — Voir analyse détaillée B-524 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 17468. CDU 526 (02).

Cif I Topographie. Tracé des ouvrages.

54-50. **Lever des profils en long par altigraphe différentiel**. COUDERT (J.); *Rev. Gén. Routes Aérodr.*, Fr. (juin 1951), n° 233, p. 48-50, 4 fig. — Description de l'altigraphe différentiel de M. Coudert. Résultats d'essais du prototype de cet appareil. Améliorations possibles. E. 17389. CDU 625.7/8 : 526.9.

Co CONDITIONS GÉNÉRALES

Cof ÉTUDES, CONCOURS, CONGRÈS, DOCUMENTATION

Cof m Manuels, cours, traités, annuaires, dictionnaires, répertoires, formulaires.

55-50. **Formulaire de construction mécanique**. FONTAINE (R.). Éd. : Libr. Polytech. Ch. Béranger, Paris-Liège (1951), 4^e édit., 1 vol., xii-430 p., nombr. fig. — Voir analyse détaillée B-514 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 17330. CDU 62 : 51 (02).

D. — LES ARTS DE LA CONSTRUCTION

Da CONNAISSANCES ET TECHNIQUES GÉNÉRALES

56-50. **Recherche et développement de la construction** (Building research and development). *United Nations*, Genève, Suisse (1951), 114 p. — Renseignements sur les organisations nationales de vingt-six pays : population, latitude, nombre de logements construits en 1950; organisation générale, organismes spécialisés, autres organismes. Renseignements sur les organisations internationales : organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, pour les ponts et charpentes, la sociologie, l'éclairage, l'organisation scientifique, l'architecture, le bâtiment et les travaux publics, le travail, la normalisation, l'urbanisme, etc. E. 17491. CDU 690.

57-50. **Le génie civil aux États-Unis** (Burgerlijke bouwkunde in de Verenigde Staten). VANDEPITTE (D.); *Ann. Trav. Publ. Belg.*, Belg. (août 1951), n° 4, p. 693-722, 14 fig. (résumé français). — Commentaire sur les travaux de génie civil aux États-Unis : routes et circulation routière, ponts, béton, fondations et méthodes d'exécution, navigation intérieure, ports de mer, adjudications. E. 17540. CDU 690 (7. + 8)

Dab MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Dab j Matériaux métalliques.

58-50. **Expériences et mesures sur les câbles porteurs des grues et des plate-formes de bétonnage pendant la construction du barrage de Räterichsboden** (Erfahrungen und Messungen an den Tragseilen der Kabelkrane und Betonierb ühnen beim Bau der Staumauer Räterichsboden). WYSS (Th.), BOSCHART (H.); *Schweiz. Bauztg.*, Suisse (25 août 1951), n° 34, p. 469-476, 22 fig. — Exposé des divers problèmes posés par l'emploi des câbles porteurs. Disposition des câbles, systèmes statiques. Choix des sections. Conditions de travail des câbles : flexion, traction, compression transversale. Mesures effectuées sur les câbles porteurs en place : traction effectuée en fonction de la charge, module d'élasticité, action des chocs en service. Autres mesures sur un téléférique de 1 100 m de portée. E. 17114. CDU 621.876 : 691.71 : 518.5.

59-50. **Les impressions, anti-rouille**. FIGARET (J.); *Monit. Trav. Publ. Bâtim.*, Fr. (29 sep. 1951), n° 39, p. 11, 13. — Phénomène de formation de la rouille; manière de l'éviter par la passivation. Qualités que doivent posséder les impressions anti-rouille (bon mouillage, conditions de séchage, adhérence et souplesse, imperméabilité, conservation). Matières premières et leurs qualités requises. Produits finis et leur utilisation. E. 17562. CDU 691.57 : 691.71.

60-50. **Les panneaux de revêtement préfabriqués en aluminium**. VICTOR (M.); *Rev. Alumin.*, Fr. (juil.-août 1951), n° 179, p. 279-283, 8 fig. — Principe de construction de la charpente en acier formant un avant-corps au nord de la partie ancienne du Grand Palais à Lille : montants verticaux principaux en forme de poutres, Vierendeel, montants intermédiaires, poutres horizontales, formant bandeaux, semi-cadres verticaux disposés entre les deux types de montants, balcons en forme de solives d'égale résistance encastres sur les montants principaux, balcons reliant les semi-cadres. Les trois types de panneaux en aluminium (pleins et vitrés) constituant les remplissages extérieurs. Divers détails constructifs. E. 17135. CDU 691.41 : 691.77.

61-50. **Tablier protecteur en aluminium pour le pont de Huey-Long, sur le Mississippi**. *Rev. Alumin.*, Fr. (juil.-août 1951), n° 179, p. 300-301, 3 fig. (résumés anglais et italien). — Conditions auxquelles devait satisfaire le matériau destiné à protéger les traverses, les fixations des rails et la structure du pont contre les saumures, les eaux usées et les cendres chaudes. Résultats obtenus avec l'Alclad 4 S (peu différent de l'A-G 1). Processus d'exécution des travaux de remise en état de la voie et mise en œuvre des éléments de recouvrement en alliage d'aluminium. Matériel et outillage utilisé. E. 17135. CDU 624.21 : 691.77.

Dab I Matériaux non métalliques (rocheux).

62-50. **Les pierres de taille calcaires. Leur comportement sous l'action des fumées. III**. CAMERMAN (C.); *Ann. Trav. Publ. Belg.*, Belg. (août 1951), n° 4, p. 601-635, 10 fig. (résumé flamand). — Étude des pierres françaises, leur composition et propriétés techniques; détériorations observées dans certains ouvrages où elles ont été employées. E. 17540. CDU 691.215.11.

63-50. **Représentation graphique de la viscosité et de la sensibilité à la température des goudrons pour routes et des bitumes composés français** (Viskosität und Temperaturempfindlichkeit der französischen Strassenteere und Verschnitbitumen in graphischer Darstellung). RAUDENBUSCH (H.); *Bitum.-Teere.-Asph.-Pecher ver.-Stoffe*, All. (sep. 1951), n° 9, p. 230-233, 3 fig. — But des recherches; diagramme des viscosités. Comparaison des viscosités d'un goudron pur et d'un goudron composé. Coefficient de fluidité favorable à l'épandage. Établissement d'un graphique relatif aux viscosités de cinq bitumes composés français. Graphique de viscosité relatif à deux types de goudrons de viscosités différentes. Graphique de viscosité comparant deux goudrons routiers et des goudrons et bitumes composés. Autres diagrammes. E. 17650. CDU 691.161 : 625.85 : 532.13.

Dab lej **Liants.**Dab lej r **Plâtre.**

64-50. **Le plâtre et son emploi** (Gips und seine Anwendung). WEYLER (H.); *Bauwirtschaft*, All. (19 sep. 1951), n° 38, p. 5-8, 7 fig. — Emploi du plâtre dans les constructions modernes. Production du plâtre dans les diverses régions d'Allemagne. Phénomène de la cristallisation dans la prise du plâtre. Le plâtre pour enduits d'aspect; enduits intérieurs. Le plâtre et le stuc. La production en usines de panneaux et de blocs de plâtre. Coffrages en plâtre. Revêtements intérieurs des toitures en panneaux de plâtre. Revêtements de planchers. E. 17452.

CDU 691.55 : 693.6.

Dab lej v **Ciments.**

65-50. **Évolution des normes américaines des ciments.** CLÉRET DE LANGAVANT (J.); *Rev. Matér. Constr.*, Ed. « C », Fr. (août-sep. 1951), n° 431-432, p. 269-272. — Principales modifications apportées aux normes américaines A. S. T. M. des ciments : codification des produits d'addition, ciments à haute résistance aux sulfates, ciments à base de laitier, méthodes de mesure de finesse. E. 17177.

CDU 691.54 : 389.64.

66-50. **Mesures comparées de traction sur ciments et mortiers et questions connexes.** BERTHIER (R.-M.); *Rev. Matér. Constr.*, Ed. « C », Fr. (août-sep. 1951), n° 431-432, p. 241-247, 14 fig. — Étude comparative des diverses méthodes connues de mesures de traction sur ciments et mortiers. Méthode et appareillage : machine et éprouvette Michaelis, machine de traction centrifuge méthode brésilienne, méthode du laboratoire de Grenoble, méthode de flexion. Résultats d'une série restreinte de mesures. Considérations diverses sur le module d'élasticité, la limite d'élasticité, le travail de rupture et broyage. E. 17177.

CDU 690.1 : 691.54.

67-50. **Les lois régissant les liaisons entre la surface spécifique et les propriétés technologiques du ciment. Méthode de contrôle rapide et de prédétermination de la qualité du ciment (suite).** JASPERS (M. J. M.); *Rev. Matér. Constr.*, Ed. « C », Fr. (août-sep. 1951), n° 431-432, p. 254-257, 8 fig., 9 réf. bibl. — En application on donne la détermination de diverses fonctions : prise, chaleur d'hydratation, retrait, ouvrabilité, etc. E. 17177.

CDU 620.1 : 691.54.

Dab lel **Matériaux traités.**Dab lel sa **Pierre artificielle.**

68-50. **La résistance des maçonneries en pierres artificielles** (Die Tragfähigkeit von Mauerwerk aus künstlichen Steinen). ROTHFUCHS (G.); *Bauwirtschaft*, All. (1^{er} sep. 1951), n° 35, p. 4-8, 8 fig., 5 réf. bibl. — Formule de Graf donnant la résistance des maçonneries en fonction des caractéristiques des pierres et du mortier. Déduction, d'après cette formule de la résistance des murs en pierres de petites dimensions sur la hauteur d'un étage. Influence de l'appareil sur la résistance du mur. Influence des dimensions des pierres sur la résistance du mur. Murs en pierres de grandes dimensions. Résistance et portance des murs en fonction du genre de pierres artificielles. E. 17165.

CDU 690.22 : 691.31 : 518.5.

Dab lel se **Agglomérés.**

69-50. **Technique de la construction des murs en blocs creux spéciaux** (Die Wandbautechnik mit Sonderhohlblocksteinen). RICHTER (G. G.); *Bauwirtschaft*, All. (19 sep. 1951), n° 38; *Ziegelsplitt*, n° 7, p. 40-43, 8 fig. — Ce que sont les blocs creux spéciaux : utilisation des débris de matériaux divers. Conditions posées à l'emploi des blocs spéciaux. Propriétés de ce matériau; sa composition : aggrégats; sa préparation; le liant; quantité d'eau nécessaire; technique du finissage et du séchage. Progrès à attendre du finissage et du séchage. Progrès à attendre de ce matériau. Aspects que présentent les constructions en blocs creux spéciaux. E. 17452.

CDU 690.22 : 691.32-412.

70-50. **Une nouveauté importante pour les parpaings creux : le « parpaing à crochet »** (Eine bedeutsame Neuerung für den Hohlblockstein : Der Hackstein). BLUMAER (L.); *Oesterr. Bauztg.*, Autr. (11 août 1951), n° 32, p. 7-8, 3 fig. Ce parpaing complète le parpaing creux courant. Il a les mêmes dimensions (38 × 25 cm), mais il comporte des rainures et des fentes ménagées lors du pressage et qui permettent par un choc léger au marteau de le séparer en trois parpaings plus petits dont deux en forme de L

et un rectangulaire. On peut ainsi résoudre les divers problèmes d'assemblage que pose la construction. E. 17078.

CDU 691.32-412.

71-50. **Épreuves pratiques de chantier pour le contrôle de la composition des conglomerats de ciment** (Prove pratica di cantiere per il controllo della composizione dei conglomerati cementizi). ACCENTI (M.); *Strade*, Ital. (août-sep. 1951), n° 8-9, p. 183-184, 1 réf. bibl. — Exposé d'une méthode simple et rapide de détermination de la composition des conglomerats de ciment au moment de leur préparation. Ce procédé est basé sur l'arrêt du phénomène d'hydratation par l'alcool et sur l'analyse granulométrique du résidu séché. L'application de la méthode à des échantillons de composition connue a montré l'influence négligeable des altérations en cours d'essai. E. 17266.

CDU 691.3 : 691.54 : 620.1.

Dab len **Verres.**

72-50. **Le béton translucide. Emploi et pose des pavés et des briques en verre.** *Glaces Verres*, Fr. (août 1951), n° 115, p. 22-25, 4 fig. — Indications techniques pour la pose des pavés de verre supportant ou non une circulation. Pose des briques de verre creuses du type Primalith et pleines du type Nevada. E. 17348.

CDU 691.328 : 691.6.

Dab m **Matériaux organiques.**Dab ma **Bois.**

73-50. **Propriétés et applications du Miro** (The properties and uses of Miro). ENTRICAN (A. R.), REID (J. S.); *New Zealand Forest Serv.*, Nlle-Zél. (1949), Inform. Ser., n° 3, 2 p. — Le Miro (*Podocarpus ferrugineus*) a environ 33 m de hauteur et 0,75 m de diamètre. Texture très fine. Résistance supérieure de 15 % environ à celle du Rimu. La presque totalité de la production est absorbée par le bâtiment. Ce bois convient particulièrement bien pour les planchers. E. 17417.

CDU 691.11 : 690.25.

74-50. **Propriétés et applications du bois Rimu** (The properties and uses of Rimu). WARD (W. C.), REID (J. S.); *New Zealand Forest Serv.*, Nlle-Zél. (1949), Inform. Ser., n° 2, 5 p. — Le Rimu (*Dacrydium cupressinum*) est un pin de Nouvelle-Zélande dont les qualités sont voisines de celles du pin Douglas d'Amérique. Densité : 0,61 vert, et 0,36 à l'état sec. Son retrait radial est de 2 % et son retrait tangentiel de 4,5 %. C'est un arbre de 20 à 30 m de hauteur et de 0,60 à 1,20 m de diamètre. Il se travaille bien et convient pour la menuiserie intérieure et les meubles. Mais on en fait surtout une grande consommation pour la fabrication du contreplaqué. E. 17416.

CDU 691.113 : 691.116 : 694.6.

75-50. **Propriétés et applications du Matai** (The properties and uses of Matai). ENTRICAN (A. R.), REID (J. S.); *New Zealand Forest Serv.*, Nlle-Zél. (1949), Inform. Ser., n° 4, 3 p. — Cet arbre (*Podocarpus spicatus*), appelé également « Pin noir » a 24 à 39 m de haut, 0,60 à 1,20 m de diamètre; il est d'une texture très fine et très uniforme. Densité : 0,68 vert et 0,38 sec. Retrait radial 1,5 à 2,3 %, tangentiel 2,5 à 3,8 %; il convient tout spécialement à la construction des planchers, à la menuiserie, extérieure, ainsi qu'aux poutres et solives. Il fait également un bon contreplaqué. Sa résistance à la flexion est supérieure de 30 à 40 % à celle du Rimu. E. 17418.

CDU 691.113 : 694.6.

76-50. **Propriétés et applications du Kahikatea ou pin blanc** (The properties and uses of Kahikatea or white pine). ENTRICAN (A. R.), REID (J. S.); *New Zealand Forest Serv.*, Nlle-Zél. (1949), Inform. Ser., n° 5, 3 p. — Cet arbre (*Podocarpus dacrydioides*) a 35 m de hauteur et 0,60 à 1,20 m de diamètre. Sa texture est fine et régulière. Il se travaille facilement. Sa densité est très faible (0,29 à 12 % d'humidité). Il est principalement utilisé dans l'industrie alimentaire pour faire des boîtes à beurre, des barattes, des objets de cuisine en bois tourné. E. 17419.

CDU 691.113 : 694.6.

77-50. **Propriétés et applications du Totara** (The properties and uses of Totara). ENTRICAN (A. R.), REID (J. S.); *New Zealand Forest Serv.*, Nlle-Zél. (1949), Inform. Ser., n° 6, 3 p. — Ce nom désigne deux variétés : *Podocarpus totara* et *podocarpus hallii*. Le premier a 27 à 39 m de hauteur et 0,60 à 1,50 m de diamètre; le second est plus petit : 12 à 20 m de hauteur et 0,60 m de diamètre. Ce sont tous deux des bois durables, résistant aux insectes et aux taret. Leurs applications sont nombreuses : menuiserie, extérieure, portes, fenêtres, bordage de navire, piliers, pieux, charpentes, pavés de bois, semelles de bâtiments, meubles, crayons. E. 17420.

CDU 691.113 : 694.6.

78-50. Le pin « insignis ». Ses applications comme bois de construction (Insignis pine. Its use as a building timber), REID (J. S.); *New Zealand Forest Serv.*, Nlle-Zél. (1950), Inform. Ser. n° 9, 20 p., 7 fig. — Ce bois n'a pas les qualités de résistance du Rimu, mais présente l'énorme avantage d'une rapidité de croissance beaucoup plus grande que la plupart des bois résineux de Nouvelle-Zélande. Il s'étuve beaucoup plus rapidement (3 jours au lieu de 4 à 5 pour le Rimu). Il est assez vulnérable aux termites et à l'humidité; il ne doit donc pas être en contact avec le sol et il faut le protéger de la pluie lorsqu'il est utilisé comme bois de charpente. Moyennant certaines précautions, il se travaille bien et donne d'excellents résultats dans le bâtiment. E. 17424.

CDU 691.113 : 694.1.

79-50. Une essence industrielle de grande valeur : le peuplier. GIORDANO (G.); *Rev. Bois*, Fr. (sep.-oct. 1951), n° 9-10, p. 25-28, 14 fig. — Développement de la culture du peuplier. Conditions à obtenir : défense contre les maladies et les parasites forme régulière du tronc, structure normale des tissus. Défauts des bois tordus et de bois de tension (bois chanvreux). E. 17489

CDU 691.11 : 620.197.

80-50. Propriétés et applications du Kauri (The properties and uses of Kauri). ENTRICAN (A. R.), REID (J. S.); *New Zealand Forest Serv.*, Nlle-Zél. (1949), Inform. Ser. n° 7, 3 p. — Le Kauri (*Agathis australis*) a normalement 20 m de haut et 1,80 m de diamètre. Il convient particulièrement à la fabrication de cuves, bacs, barattes ainsi qu'à la construction navale. E. 17421.

CDU 691.112 : 694.6.

81-50. Le bois comme matériau de construction (Der Baustoff Holz). EGGER-SEEBODEN (H.); *Herakliith Rundschau*. All. (juin 1951), n° 13, p. 2-5, 9 fig. — Importance du bois comme matériau de construction. La construction en bois et la normalisation. Recherche systématique des propriétés du bois. Normes allemandes relatives au bois de construction. Protection du bois. Calculs fondamentaux du bois de construction. Conditions de qualité du « bon bois de construction ». Module d'élasticité. Classement des bois. Poids spécifiques. Contraintes admissibles. Sections des bois. Coefficients de flambage. Résistance des bois soumis au flambage. E. 17503.

CDU 691.1 : 694.1 : 389.6.

82-50. Principes de protection du bois (Principles of wood preservation); SMITH (J. H.), CARR (D. R.); *New Zealand Forest Service* (1950), 1 vol. inform. sér. n° 10, 52 p., 6 fig. h. t. — Voir analyse détaillée B-530 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 17423.

CDU 691.11 : 620.197 : 620.193.8 (02).

83-50. Les efforts de croissance dans les arbres. II. Le développement des fentes et autres défauts visibles dans le bois (Tree growth stresses. II. The development of shakes and other visual failures in timber). BOYD (J. D.). Tiré à part de *Austral. J. Appl. Sci.*, Austral. (1950), vol. 1, n° 3, p. 296-312. 4 fig., 2 pl. h. t., 6 réf. bibl. — Étude des causes de formation des fentes dans les arbres sur pied et dans les bois abattus. On en déduit que la cause principale de l'apparition de fentes dans le bois est due aux efforts combinés de la croissance de l'arbre et de ceux qui lui sont imposés par le vent lorsqu'il est sur pied. Discussion de méthodes en vue de réduire ces défauts. E. 17104.

CDU 691.11 : 620.197.

84-50. La protection des bois au Canada. VILLIERE (A.); *Rev. Bois*, Fr. (sep.-oct. 1951), n° 9-10, p. 20-24, 7 fig., 13 réf. bibl. — Étude des procédés canadiens de protection des bois contre les reprises d'humidité et contre les organismes destructeurs. Étude de cas particuliers : traverses de chemin de fer, poteaux, bois de mines, bois sciés. Protection des bois contre le feu. Protection des bois par peinture. E. 17489.

CDU 691.11 : 620.197 : 699.8.

85-50. Conseils pour le séchage des bois à l'étuve (Kiln drying schedules). REID (J. S.); *New Zealand Forest Serv.*, Nlle-Zél. (1949), Inform. Ser. n° 8, 10 p. — Conseils généraux pour la conduite de l'étuvage. Procédés d'empilage. Éviter de mettre ensemble des bois de qualités différentes qui ne demandent pas la même durée d'étuvage. Étuvage préalable. Température. Ventilation. Essais. Tableau donnant les différents éléments de conduite de l'étuvage suivant les espèces et la teneur en humidité des bois. E. 17422.

CDU 691.11 : 620.197.

Dab mo Matières plastiques.

86-50. Emploi du caoutchouc dans le bitume pour le revêtement des routes (The use of rubber in bitumen for road surfacing). *Engineering*, G. B. (31 août 1951), vol. 172, n° 4466, p. 268-269, 2 fig. — Le bitume employé pour ces essais de revêtement routier présentait une pénétration de 60 à 80 à 300° F. On lui ajoutait 2 1/2 % en poids de poudre de caoutchouc « Mea-

lorub » puis 18 % d'huile asphaltique. Pour la mise en place, le mélange était chauffé à 300° F, et étalé mécaniquement sur la chaussée. Une couche de gravillons était ensuite disposée à la surface. Résultats obtenus par cette méthode. E. 17144.

CDU 625.85 : 691.161 : 678.7.

Dab n Matériaux à caractéristiques spéciales.

87-50. Nouvelles recherches sur quelques erreurs d'une méthode dynamique de détermination de la conductibilité thermique et de la propriété de diffusion thermique de matériaux isolants (Further investigation of some errors in a dynamic method for the determination of thermal conductivity and diffusivity of insulating materials). CLARKE (L. N.), KINGSTON (R. S. T.); *Austral. J. Appl. Sci.*, Austral. (juin 1951), vol. 2, n° 2, p. 235-242, 2 fig., 4 réf. bibl. — Sources d'erreurs : perte de chaleur dans l'air, variations faibles de température. Établissement d'équations mathématiques tenant compte des pertes de chaleur permettant d'établir l'ordre de grandeur des erreurs dans les mesures. Erreurs dues aux couples thermo-électriques dans le cas où les différences de températures sont faibles. Méthodes pour effectuer les lectures. Calcul des résultats. Ordre de grandeur de l'exactitude. E. 17456.

CDU 536.2 : 697.

Dac PEINTURES, PIGMENTS, VERNIS, PRODUITS ANNEXES

88-50. Solidité des pigments. BOOKWORM (A.); *Trav. Peint.* Fr. (sep. 1951), vol. 6, n° 9, p. 260-263, 6 fig. — Tableaux classant les divers pigments en fonction de leur fixité relative par rapport à la lumière solaire. Recommandations et prohibitions d'après DINET. Guide pour le choix des pigments. Composition de la palette de quelques peintures notoires. E. 17346.

CDU 661.8 : 691.57.

89-50. Toxicité des solvants et diluants pour décapants, vernis et peintures. *Trav. Peint.*, Fr. (sep. 1951), vol. 6, n° 9, p. 247-248. — Étude de la toxicité des solvants et diluants. Effet narcotique et toxicité intrinsèque réversible ou non. Toxicité comparée de divers produits. Tableaux des quantités tolérables en milligrammes par litre d'air. E. 17346.

CDU 667.6 : 691.57 : 331.823.

90-50. Peintures tachées. J. *Constr. Suisse Romande*, Suisse (sep. 1951), n° 9, p. 475-479. — Exposé de quelques procédés pour faire disparaître les taches sur la peinture. Taches d'eau, d'acide, de fumée, d'encre, de rouille, de graisse, de goudron, de mousses et moisissures. E. 17349.

CDU 691.57 : 620.19 : 690.593.

91-50. La peinture aluminium bitumineuse antirouille avec incorporation de pigment d'aluminium. *Métiers Bâtim.*, Fr. (août-sep. 1951), n° 50, p. 5. — Qualités de la peinture bitumineuse : adhérence, imperméabilité, prix modique. Avantages du pigment d'aluminium pour l'apparence, la stabilité, le pouvoir réfléchissant, le pouvoir ignifuge. Addition de zinc. Conditions d'application. E. 17369.

CDU 691.57 : 698.1.

92-50. Peintures émaillées courantes et synthétiques (Esmaltes comunes y sinteticos). RASCIO (V.), FERNANDEZ (C. U.), ZAPICO (E. H.); *Lab. Ens. Mat. Investig. Tecn.* (Min. Obras Publ.), Argent. (1951), série 2, n° 40, 55 p., 10 fig., 43 fig. h. t., 16 réf. bibl. (résumé anglais). — Étude des peintures émaillées courantes et synthétiques produites par l'industrie argentine. Essais pratiques et de laboratoire pour établir les caractéristiques des produits expérimentés sur la base de normes étrangères, discutées et modifiées si nécessaire. Considérations particulières sur les essais de vieillissement, qui constituent le meilleur moyen d'estimer la qualité des peintures extérieures. Tableaux des résultats obtenus. Conclusions. Les peintures synthétiques blanches sont supérieures aux peintures colorées; les peintures courantes ne conviennent pas pour les extérieures. E. 17145.

CDU 691.57.

93-50. Adhérence des peintures. Détrempe des sous-couches. BONNAT (L.); *Trav. Peint.*, Fr. (sep. 1951), vol. 6, n° 9, p. 251-253, 1 fig. — Mécanisme de l'adhérence, fonction de l'attraction moléculaire. Augmentation de l'adhérence par la modification de l'état de surface des supports lisses physiquement ou chimiquement et par la nature du vernis employé. Étude particulière de la couche primaire. E. 17346.

CDU 691.57.

94-50. La protection des immeubles. *Chim. Peint.*, Belg. (sep. 1951), n° 9, p. 354-356. — Analyse d'un article de la revue anglaise « Industrial Finishing » qui passe en revue les causes de déperdition des immeubles et en particulier la tenue des peintures. E. 17405.

CDU 691.57.

95-50. **L'adhérence et les adhésifs** (Adhesion and adhesives). DE BRUYNE (N. A.), HOUWINK (R.). Ed. Elsevier Publishing Cy. Inc. Amsterdam, Pays-Bas (1951), xv-517 p., 270 fig. — Voir analyse détaillée B-528 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 17137. CDU 668.3 : 668.395 (02).

Daf ESSAIS ET MESURES, CORROSION, STABILITÉ ET SÉCURITÉ DES CONSTRUCTIONS

Daf 1 Corrosion.

96-50. **La corrosion sous contrainte (à suivre)**. CAZAUD (R.); *Tech. mod. Constr.*, Fr. (sep. 1951), t. 6, n° 9, p. 308-314, 18 fig., 25 réf. bibl. — Examen des différents aspects de la corrosion sans contrainte et de la corrosion sous contrainte constante ou variable. Genre d'essais de corrosion sous tension et de fatigue sous corrosion. Théorie de la corrosion sous contrainte constante. Mécanisme et théories de la corrosion sous contrainte variable ou fatigue sous corrosion. E. 17538. CDU 620.19.

97-50. **Les courants électriques vagabonds et le danger de corrosion électrochimique**. LAURENT (R.); *J. Electr.*, Fr. (sep. 1951), n° 269, p. 259-263, 2 fig. — Étude de l'origine des courants vagabonds et des effets destructifs sur les canalisations enterrées. Nature électrolytique du sol et possibilités d'électrolyse. Moyens de protection : isolants, drainage, soutirage, protection cathodique. Réglementation des courants de retour. E. 17272. CDU 620.193 : 621.6.

98-50. **Contrôle de la qualité de l'eau pour l'air conditionné et la réfrigération** (Water quality control for air conditioning and refrigeration). WESTCOTT (R. M.); *Heat. Pip. Air Condition.*, U. S. A. (sep. 1951), vol. 23, n° 9, p. 98-101, 4 fig. — Formes des impuretés trouvées dans l'eau, trois problèmes à résoudre : entartrage, corrosion, mousses. Indice de saturation, son calcul. Difficultés du contrôle de la corrosion. Quelques exemples typiques : colonne de réfrigération, circuit d'eau d'une installation de pompage de chaleur, condenseur-évaporateur. Bibliographie : livres et articles. E. 17487. CDU 697.974 : 621.5.

Daf m Stabilité et sécurité des constructions.

99-50. **Conceptions modernes relatives à la sécurité des constructions**. PROT (M.), LEVI (R.). Extrait : *Rev. Gén. Chem. Fer* (juin 1951), 11 p., 6 fig. — M. PROT traite de la théorie probabiliste de la sécurité; rappel de la définition classique du coefficient de sécurité; développement de la conception consistant à accepter une probabilité de ruine possible représentée par un nombre suffisamment petit. R. LEVI expose les considérations générales et les applications aux constructions de la théorie probabiliste de la sécurité; il montre comment la notion de probabilité apporte de la netteté et de la logique dans les calculs de la construction. E. 17584. CDU 690 : 518.5.

100-50. **La stabilité des constructions sous la poussée du vent en considérant la force du vent variable avec la hauteur**. BARBIEUX (E.); 140, rue de Mons, Braine-Le-Comte, Belg., 1 broch. 12 p., 13 fig. — La pression du vent augmentant avec la hauteur de la construction au-dessus du sol, on admet l'hypothèse d'une répartition parabolique; développement du calcul du moment fléchissant et de la ligne élastique dans les cas d'un mur ou édifice isolé de largeur constante, d'un massif de longueur variable (cheminée, phare), d'un poteau de hangar avec liaisons diverses en tête et au pied, de quelques types de poutres. E. 17585. CDU 533.6 : 699.83.

101-50. **Sécurité des constructions métalliques** (Veiligheid van staalconstructies). VAN GENDEREN STORT (E. A.); *Bouw*, Pays-Bas (25 août 1951), n° 34, p. 581-583, 2 fig. — Discussion des stipulations N 1055 de 1949 du Comité Néerlandais de Normalisation. L'augmentation des prix des matières premières et principalement de l'acier a remis sur le tapis la question des coefficients de sécurité. La loi de Hooke établissant les rapports effort/déformation (« Ut tensio sic vis ») devrait être serrée de plus près ce qui permettrait de réduire les coefficients de sécurité (qui sont d'ailleurs différents suivant les pays) et de réaliser ainsi des économies sur les matériaux de construction) E. 17115. CDU 693.97 : 389.64.

102-50. **Coefficient de sécurité des fondations** (Koefficient Sigurnosti pri Obicnom Fundiranju). MEISCHER (H.); *Savezni Inst. Gradevinarstvo* (Geomehanika), Yougosl. (mars 1951), n° 4, 6 p., 4 pl. h. t., 9 réf. bibl. (résumés français, anglais, allemand). — Pour le calcul de la pression admissible sur un sol de fondation, on prend souvent la valeur correspondant au moment de l'apparition de l'état plastique et comme coefficient de sécurité le

rapport des deux valeurs au début du fluage d'une part et au moment de la rupture d'autre part. On montre d'après les formules de FRÖHLICH et de CAQUOT-KERISEL que ce coefficient n'a aucune valeur constante mais dépend de la configuration, de la profondeur de fondation et des caractéristiques du sol. Exemples montrant les limites entre lesquelles peut varier ce coefficient. E. 17516. CDU 624.131.

De LA CONSTRUCTION PROPREMENT DITE

Deb INFRASTRUCTURE ET MAÇONNERIE

Deb j Infrastructure.

Deb ja Aménagement du sol.

103-50. **Contribution apportée par la stabilisation des terres par le ciment à la solution du problème de la viabilité** (Contributo della stabilizzazione cementizia delle terre alla soluzione del problema della viabilità). CAREGA (A.); *Industr. Ital. Cemento*, Ital. (sep. 1951), n° 9, p. 214-217, 2 fig. — Suivant le trafic prévu, stabilisation par le ciment sur le revêtement même ou pour fournir la couche d'appui à un revêtement superficiel plus robuste; à cet effet, utilisation à l'étranger, surtout aux États-Unis, de machines puissantes. Détail des opérations successives à exécuter : nivellement ou tracé, étendage du ciment à la dose voulue, défongage du terrain à profondeur convenable, fragmentation et mélange du terrain avec le ciment, addition d'eau et nouveau mélangeage, tassement au rouleau à pieds de mouton, nivellement aux rouleaux pneumatiques, finition à la niveleuse et aux rouleaux légers, sept jours de maturation humide. Des essais plus complets sont nécessaires pour déterminer les possibilités économiques de l'application à un pays comme l'Italie. E. 17605. CDU 624.138 : 691.54 : 625.731.

104-50. **Stabilisation des remblais. IX** (Stabilization of embankments. IX). HEIPLE (D. K.), LETOURNEAU (R. G.); *Constr. Methods*, U. S. A. (sep. 1951), vol. 33, n° 9, p. 91-92, 94-96, 7 fig. — La stabilisation d'ouvrages en terre ou en enrochements nécessite leur compactage pour éliminer les vides. Essais à effectuer : distribution granulométrique; humidité naturelle; densité; portance. Appareils utilisés pour le compactage : rouleaux à pieds de moutons et autres matériels; taux du compactage. E. 17498. CDU 624.138 : 624.135 : 621.879.

105-50. **Injections des sols**. *Document. Tech. E. D. F.*, Fr. (mai-juin 1951), série A, n° 25, (mai-juin 1951), p. 127-132. — Suite de notes bibliographiques, concernant les procédés de consolidation de sols et d'étanchéements et leur application à des travaux français ou étrangers. E. 17173. CDU 624.138 : 624.131.2.

Deb je Terrassements.

106-50. **Contribution à la cubature des terres** (Beitrag zur Massenberechnung im Erdbau). PUWEIN (M. G.); *Z. Oesterr. Ingr.-Architekten-Ver.*, Autr. (3 sep. 1951), n° 17-18, p. 151-152, 4 fig. — Calcul de la surface d'une section par la méthode du trapèze; estimation de la hauteur moyenne et détermination du point d'équilibre. Calcul du volume existant entre deux sections dont on a calculé les surfaces. Établissement d'une courbe des surfaces. Détermination immédiate de la surface d'une section. Position approchée du centre de gravité. E. 17164. CDU 624.13 : 518.5.

107-50. **Procédé pour la cubature des terres des talus de section variable** (Ein Verfahren zur Erdmassenermittlung bei veränderlicher Böschungsform). SCHLUMS (J.); *Strassen-Tiefbau*, All. (août 1951), n° 8, p. 207-208, 3 fig. — Principes généraux : écartement des sections successives, établissement d'une fonction caractérisant le talus; estimation de la surface de la section en fonction de la hauteur du talus, intégration de la surface; volume. Établissement des calculs pour plusieurs cas particuliers. E. 17427. CDU 624.13 : 518.5.

108-50. **Remblayage hydraulique pour supporter une route à grand trafic déplacée** (Hydraulic fill to support relocated highway). *Constr. Methods*, U. S. A. (août 1951), vol. 33, n° 8, p. 74-75, 77-78, 11 fig. — Ce qui caractérise ces travaux, c'est l'emploi de plus de 2 000 000 de m³ de sable et de gravier, dragués dans le port de New-Haven (U. S. A.) pour servir de remblai à la route à grand trafic déplacée de façon à éviter la traversée de la ville. Description des travaux. Équipement utilisé. E. 17149. CDU 624.135 : 625.731.

Deb j

Fondations

109-50. Nouveau type de fondation pour les constructions maritimes (Here's a new type foundation for marine structures). *Engng. News-Rec.*, U. S. A. (30 août 1951), vol. 147, n° 9, p. 41-43, 3 fig. — Difficulté de réaliser les ancrages en eaux profondes en raison des courants, durée de ces ancrages sous l'action des vagues : solution donnée à ces problèmes par le procédé « Aquapad ». Ce qu'est l'Aquapad, fondation en acier chargée de béton. Construction du caisson métallique en trois éléments assemblés, à ossature lourde. Ballastage à l'aide de béton pour assurer la stabilité. Montage de l'Aquapad sur pieux tubulaires. Élargissement des extrémités inférieures des pieux après mise en place. Exécution de la mise en place du dispositif et bétonnage. E. 17412.

CDU 627.3 : 624.157.

110-50. Rideau de palplanches en porte-à-faux dans un sol sans cohésion (Cantilever sheet piling in cohesionless soil). ROWE (P. W.); *Engineering*, G.-B. (7 sep. 1951), vol. 172, n° 4467, p. 316-319, 32 fig. — Méthode proposée pour l'étude des palplanches en porte-à-faux. Cette méthode permet de réaliser une économie de poids de métal pouvant atteindre 20 % par rapport aux résultats obtenus en utilisant la méthode classique. Essais sur maquette, résultats obtenus, exposé de la méthode proposée utilisation des équations obtenues. E. 17254.

CDU 624.15 : 620.015.7 : 624.131.2.

111-50. Fondations de bâtiments sur sols gelés en permanence. Vallée du Mackenzie. (Building foundations on permanent frost Mackenzie Valley N. W. T.). PIHLAINEN (J. A.); *Nation. Res. Counc.* (Div. Build. Res.), Canada (juin 1951), n° 8, 42 p., 3 fig., 33 fig. h. t. — Une grande partie des territoires de la zone septentrionale du Canada est constituée par des terrains soumis au gel permanent. Action destructrice de ces sols. Méthodes de construction sur terrains gelés en permanence. Exemples rencontrés dans la vallée du Mackenzie. Fondations sur pieux. Recommandations pour la construction sur ces sortes de sols. E. 17246.

CDU 624.15 : 690.592.

Deb j

Travaux préliminaires ou annexes.

112-50. Pieux pour fondations (Estacas para fundações). COSTA (F. V.); *Centro Estudos Engenhr. Civ.*, Lisbonne, Portugal (1946), n° 3, 117 p., 136 fig. (résumé anglais), extrait de « Técnica ». — Exposé complet des problèmes posés par l'utilisation des pieux pour les fondations. Procédés de fabrication et qualités propres des différents types de pieux; méthodes employées pour fonder les pieux ou leurs moules dans le sol. Diverses possibilités d'utilisation. Sous de nombreuses réserves, dues à la complexité du problème, on donne des formules permettant d'évaluer les charges limites et des procédés expérimentaux d'évaluation, directe. Quelques règles pour le choix du type de pieu à utiliser suivant le cas. Tableau des caractéristiques des différents types. Bibliographie. E. 15771.

CDU 624.154 : 518.5.

Deb l

Agrégats, mortiers, bétons.

Deb li

Béton ordinaire.

113-50. A. B. C. du béton (Das Beton ABC). HUMMEL (A.) Éd.: Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin, All.; E. P. P. A. C., Londres G.-B. (1951), 11^e édit., 1 vol., vii-242 p., 143 fig. — Voir analyse détaillée B-517 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 17171.

CDU 691.328 : 693.55 (02).

114-50. Méthode dilatométrique pour le calcul du coefficient de dilatation thermique des agrégats fins et grossiers (Dilatometer method for determination of thermal coefficient of expansion of fine and coarse aggregate). VERBECK (G. J.), HASS (W. E.); *Highw. Res. Board* (Nation. Res. Counc.), U. S. A. (1950), vol. 30, p. 187-193, 4 fig. (XXX^e Congrès annuel, 9-12 jan. 1951). — La méthode décrite est utilisée pour le calcul du coefficient de dilatation des sables et des agrégats grossiers et est valable en combinaison avec l'étude des effets de ce coefficient sur le degré de compatibilité des divers composants du béton entre eux lorsque ce béton est soumis à des variations de température. Elle s'adapte particulièrement à l'étude des sables. E. 17654.

CDU 691.322 : 539.37 : 536 (061.3).

115-50. Le record du volume d'agrégats légers a été atteint pour les travaux de construction du Statler Building (Los Angeles) (Lightweight aggregate volume tops records on Statler Building project). *West. Constr.*, U. S. A. (août 1951), vol. 26, n° 8, p. 72-74, 3 fig. — Pour la construction de ce bâtiment destiné à être utilisé en hôtel et bureaux, on a employé plus de 37 000 m³ de béton léger, à raison de 230 m³ par jour. L'installation de bétonnage était établie sur le chantier même. L'agrégat léger

utilisé est la rocklite, schiste bleu, broyé, tamisé et calciné. Description de la centrale à béton et des moyens utilisés pour le transport et la mise en place. E. 17109.

CDU 691.322 : 621.929 : 728.

116-50. Le béton dans les argiles sulfatées et les eaux souterraines. II (fin) (Concrete in sulphate-bearing clays and ground waters. II). *Civ. Engng.*, G.-B. (sep. 1951), vol. 46, n° 543, p. 683-684, 1 fig. — Diminution de la résistance du ciment Portland avec l'augmentation des pouzzolanes. Celles-ci diminuent l'attaque par les sulfates. Plus grande aptitude du béton à l'attaque par les sulfates dans sa première période de durcissement. Notes sur les compositions des bétons. Mesures de précaution : elles dépendent de la teneur en sulfate. Classement des sols d'après l'importance de ces teneurs. Précautions adaptées à chaque classe de sol. Examen des terrains et prises d'essais des argiles et des eaux souterraines. E. 17436.

CDU 691.328 : 620.19 : 699.8.

117-50. Dégorgement et réfection des joints de dilatation des routes en béton (Cleaning and sealing joints in concrete roads). *Engineer*, G.-B. (28 sep. 1951), vol. 192, n° 4992, p. 408, 1 fig. — Description d'une machine montée sur chariot et comportant un moteur à essence qui actionne les appareils utilisés pour les différentes opérations : couteaux rotatifs pour le dégorgement des joints, brosse rotative, air comprimé pour le soufflage des poussières et application de la première couche de substance bitumineuse. Seule la dernière opération qui consiste à remplir la rigole ainsi préparée (et dont la profondeur peut être réglée) avec la substance de joint, est encore faite à la main. E. 17544.

CDU 693.510 : 688.5 : 625.84 : 693.54.

118-50. Essais « non destructifs » du béton (The non-destructive testing of concrete). JONES (R.); *Reinf. Concr. Rev.*, G.-B. (jan. 1951), vol. 2, n° 5, p. 315-328, 5 fig., 5 réf. bibl. — Valeur des essais sur le béton en place ne détériorant pas le matériau. Notion du module dynamique, son calcul. Mesure de la vitesse des ondes longitudinales dans le béton : résultats d'essai de laboratoire sur éprouvettes. Application de la méthode au laboratoire : calcul du coefficient de Poisson sur les chantiers. Discussion du rapport. E. 17435.

CDU 691.328 : 620.171.

119-50. Essais de béton à l'aide d'extensomètres à résistance électrique (Tests on concrete, with electrical resistance strain gauges). GRASSAM (N. S. J.), FISHER (D.); *Engineering*, G.-B. (21 sep. 1951), vol. 172, n° 4469, p. 356-358, 11 fig., 4 réf. bibl. — Mise au point de la méthode pendant la période 1946-1949. Description des essais préliminaires et des observations. Caractéristiques du béton essayé. Importance de l'adhérence des extensomètres sur le béton. Appareils de compensation de la température. Essais de compression, d'extension. Comparaison des résultats obtenus avec les extensomètres et de ceux donnés par les indicateurs mécaniques de compression ou d'extension. E. 17497.

CDU 691.32 : 539.37 : 620.1.

120-50. Méthode de construction utilisant des dalles préfabriquées en béton comme coffrages (Method of construction using precast concrete shuttering slabs). KAUFMANN (H.); C. A. C. A., G.-B. (fév. 1951), trad. n° 30, 7 p., 9 fig. (tiré à part de « Beton Stahlbetonbau », mai 1950, vol. 45, n° 5). — La méthode est applicable à la construction de murs d'une épaisseur de 25 cm et plus et présente de nombreux avantages : les dalles préfabriquées utilisées comme coffrage restent appliquées sur la face extérieure des murs; elles permettent d'éliminer l'emploi de coffrages en bois ou métalliques; elles donnent au mur un aspect fini qui le dispense de revêtement extérieur. Construction des dalles. Utilisation. E. 17168.

CDU 691.32 : 690.575 : 693.057.1.

121-50. Coffrages pour béton armé (suite) (Reinforced concrete shuttering). HUNTER (L. E.); *Contract. Rec. Publ. Works Engr.*, G.-B. (sep. 1951), vol. 3, n° 3, p. 23-24, 26-27, 29, 8 fig. — Les coffrages pour ponts. Les différents types de coffrages utilisés pour les aqueducs ayant une portée maximum de 3 m, pour les ponts de divers types. Emploi de dalles et panneaux préfabriqués, de poutres en bois et de poutres métalliques, etc. E. 17267.

CDU 691.32 : 690.575 : 624.2/8.

122-50. Calcul des coffrages en bois et en acier pour le béton. II (The design of timber and steel formwork for concrete. II). HUNTER (L. E.); *Civ. Engng.*, G.-B. (sep. 1951), vol. 46, n° 543, p. 686-690, 10 fig. — Cas de constructions circulaires : Réservoirs : le coffrage doit résister à des poussées horizontales qui sont fortes pour les grands diamètres. Précautions à prendre pour éviter la fissuration du béton. Utilisation de fils métalliques pour maintenir les coffrages. Chemisées : la diminution progressive de diamètre doit être obtenue au moyen de pièces amovibles réservées dans les coffrages. Dômes : prévoir un appui central; les dômes demandent une quantité importante de poutres de cof-

frage. Toitures en voûtes à section de plein cintre; précautions à prendre pour le centrage. Avantages des coffrages en acier. E. 17436. CDU 691.32 : 690.575 : 693.97 : 694.1.

123-50. **Coffrages carrés et flexibles en acier pour toitures modulaires économiques** (Flexible square steel pans form low-cost modular roof). REED (R. L.), JOHNSTON (F. P.); *Engng. News-Rec.*, U. S. A. (30 août 1951), vol. 147, n° 9, p. 38-39, 5 fig. — Des coffrages normalisés de 0,915 m × 0,915 m permettent de réaliser des toitures de 12,5 m de portée. Exemples tirés du centre de Spring Branch : toiture couvrant 560 m², montant des dépenses; constitution du cadre de poutres en béton armé supportant la toiture. Considérations particulières à l'exécution de cette toiture. Élimination des joints. Mise en place rapide des coffrages E. 17412. CDU 691.32 : 690.575 : 690.24.

124-50. **Les coffrages en acier permettent de réaliser économiquement une toiture de grande surface** (Steel-pan forms provide economical long-span roof). REID (R. L.); *Civ. Engng.*, U. S. A. (sep. 1951), vol. 21, n° 9, p. 32-33, 6 fig. — Ces coffrages ont permis d'éliminer la présence de poteaux intermédiaires pour la construction de la toiture d'un bâtiment d'un étage en briques exécuté à Spring Branch. Dimensions du toit; des coffrages. Divers problèmes à résoudre; exécution des coffrages. Coût de l'exécution. E. 17496. CDU 691.32 : 690.575 : 693.97 : 690.24.

125-50. **Construction de grands silos suivant le procédé suédois de coffrages glissants** (Grosssilobau im schwedischen Gleitschalungsverfahren im Bau). Oesterr. Bauztg., Autr. (1^{er} sep. 1951), n° 35, p. 6, 3 fig. — Première utilisation du procédé « Concretor » en Autriche. Dimensions des silos. Durée de construction d'un silo. Levage de 2 cm des coffrages toutes les 3 mn. Organisation du travail. Diminution des effectifs de main-d'œuvre résultant de l'application du procédé. Constitution des coffrages et échafaudages mobiles. E. 17158. CDU 691.32 : 690.575 : 693.97 : 690.24.

126-50. **L'organisation d'un chantier américain de bétonnage**. TOFANI (R.); *Monit. Trav. publ. Bâtim.*, Fr. (1^{er} sep. 1951), n° 35, p. 13-14, 1 fig. — Exemple d'organisation d'un chantier de bétonnage au barrage en terre de Bonny (Colorado). Description des travaux. Réalisation des bétonnages. Ferrallages et coffrages. Organisation de l'entreprise et personnel. Conclusion. E. 17136. CDU 690.08 : 691.328 : 627.8.

127-50. **La trémie à soupape appliquée aux constructions en béton immergé** (The valved-tremie applied to subaqueous concrete structures). HUNICKE (A. B.); *J. Franklin Inst.*, U. S. A. (août 1951), vol. 252, n° 2, p. 105-136, 25 fig., 6 réf. bibl. — Récents perfectionnements apportés aux dispositifs utilisés pour couler le béton sous l'eau; méthodes de fonctionnement de ces dispositifs; recherches effectuées en utilisant des soupapes dans le but d'éliminer les inconvénients rencontrés dans l'utilisation des anciens systèmes. Description d'une trémie à soupape effectivement utilisée pour couler plus de 230 000 m³ de béton. E. 17161. CDU 691.328 : 621.929 : 624.157.

128-50. **Béton vibré** (Vibrated concrete). STEWART (D. A.); *Reinf. Concr. Rev.*, G.-B. (jan. 1951), vol. 2, n° 5, p. 277-314, 14 fig. — Recherches sur la vibration du béton : effets des diverses fréquences, ainsi que de l'amplitude et de l'accélération. Résultats expérimentaux. Comportement du béton vibré. Vibrateurs. Méthodes pour produire les vibrations. Descriptions de l'outillage. Vibration de surface. Composition du béton convenant au vibrage, pourcentage d'eau. Comparaison entre le vibrage et le damage à la main. Bétons pour routes et pistes. La rigidité du béton croît avec la fréquence des vibrations. Dimensions des grains des agrégats. Discussion du rapport. E. 17435. CDU 693.556.4.

129-50. **Facteurs essentiels pour un séchage convenable du béton** (Factores esenciales para un curado adecuado del hormigón). SHORE (W. J.); *Hormigon Elastico*, Argent. (mai 1951), n° 5, p. 7-9. — Nécessité de l'amélioration de la plupart des installations de séchage à la vapeur des blocs de ciment. Principaux facteurs gouvernant l'installation. Méthode recommandée pour le cycle des opérations. Caractéristiques détaillées d'une installation répondant à toutes les exigences. E. 17248. CDU 691.328.

130-50. **Traitement à chaud du béton** (Heat-treated concrete). CLARKSON (P.); *Engineering*, G.-B. (14 sep. 1951), vol. 172, n° 4468, p. 345-346, 9 fig. — Le développement de l'industrie des éléments préfabriqués en béton armé a conduit à étudier les moyens propres à accélérer le durcissement du béton. Différents procédés de chauffage ont été envisagés : 1° passage d'un courant électrique dans les armatures; 2° circulation d'air chaud autour du béton frais; 3° traitement à la vapeur; c'est ce dernier système qui a donné les meilleurs résultats. Le béton continu à durcir après le traitement. Le retrait se trouve réduit. Comme le béton

se dilate plusieurs jours après la coulée, l'adhérence avec l'armature est un peu moins bonne. E. 17426. CDU 691.328.

Deb lo

Bétons spéciaux.

131-50. **L'occlusion d'air dans les bétons en Suisse et la construction du barrage de Rotherichsboden (à suivre)**. FREY (R.); *Rev. Matér. Constr. Ed. « C »*, Fr. (août-sep. 1951), n° 431-432, p. 272-276, 6 fig. — Caractéristiques des bétons à air occlus. Avantages pour le chantier, pour le maître de l'œuvre et l'ingénieur-conseil. E. 17177. CDU 691.328 : 627.8.

132-50. **Le béton léger** (Lightweight concrete). C. A. C. A., G.-B. (mars 1951), Libr. rec., ch. 20, 28 p. — Titres d'articles, notes et ouvrages concernant le béton léger. Agrégats légers, dilatés, béton cellulaire, béton aéré, béton poreux, béton ponce, etc. Emploi du béton léger dans la construction. Qualités d'isolation du béton léger. Essais des bétons légers. Économies réalisées grâce à son emploi, etc. E. 17269. CDU 691.328 : 693.54.

133-50. **Essais sur des produits favorisant l'entraînement de l'air** (Tests of air-entraining admixtures). Corps Engrs; U. S. Army, *Waterw. Exper. Stat.*, Vicksburg, Miss. (août 1951), n° 6-327, 20 p., 2 tabl. h. t., 5 réf. bibl. — L'adjonction au béton de produits spéciaux, et notamment des résines Vinsol et Diarex, donne le béton à air occlus. Des essais ont été effectués sur quinze produits de ce genre. La quantité d'air occlus était de 4,5 % ± 0,5. La quantité de produit destinée à obtenir ce résultat variait de 3 à 23 cl par gâchée de 4,5 à 6 t. La réduction d'eau de gâchée était de 11 à 15 %. Le ressuage a diminué de 44 à 60 %. La résistance à la compression a varié de — 9 à + 16 %. La résistance à la flexion a augmenté de 22 à 29 %. La résistance aux alternances de gel et de dégel (200 alternances) a été satisfaisante. E. 17402. CDU 693.552.7.

134-50. **Essai d'un nouveau matériau de construction pour les logements de la base navale de Hueneme** (New construction material tested on Hueneme housing project), CAPT (H. P.). U. S. Navy; *Civ. Engr. Corps. Bull.*, U. S. A. (sep. 1951), vol. 5, n° 58, p. 254-255, 3 fig. — Le nouveau matériau appelé « Thermo-Con » est un béton expansé trois fois plus léger que le béton ordinaire. Il est destiné à la construction de logements dans une base navale du Pacifique. Les pavillons dont les plans peuvent être adaptés aux différents besoins, comportent trois chambres à coucher, salle de bains, cuisine et débarras. Ils ont 8,20 m × 17,60 m. Ils peuvent être coulés en moins de 24 h et en une seule opération. Les coffrages sont en bois doublés de plastique et sont réutilisables. Le décoffrage a lieu 24 h après la coulée. Détails de construction. E. 17414. CDU 691.328 : 728.3.

135-50. **Béton à occlusion d'air. II** (Aerated concrete. II). *Concr. Rev.*, Austral. (7 juil. 1951), vol. 24, n° 3, p. 26-28. — Blocs préfabriqués et éléments préfabriqués; choix des mortiers; utilisation des blocs, des éléments préfabriqués; ouvrages coulés sur place. Coupe et clouage des bétons à occlusion d'air. Plâtrage et finition d'aspect : enduits intérieurs; enduits extérieurs. E. 17454. CDU 691.328-412.

136-50. **Béton à occlusion d'air à base de cendre de houille** (Porenbeton aus Steinkohlenfilterasche). BRANDT (J.); *Betonst. Ztg.*, All. (sep. 1951), n° 9, p. 209, 2 fig. — Un procédé CHRISTIANI et NIELSEN est utilisé dans une usine de Alt-Garge pour utiliser les cendres de la centrale de Hanovre-Est. Finesse des cendres; exposé du procédé. Caractéristiques du béton obtenu : densité, absorption de l'humidité, transmission acoustique, résistance, etc. E. 17384. CDU 691.322 : 691.322.55.

137-50. **Normes allemandes DIN 4.165. Blocs et plaques pour murs en béton à gaz ou en béton mousse. Projet de mai 1951** (Deutsche Normen DIN 4165. Wandbausteine (und-platten) aus Gas-und Schaumbeton). *Betonst. Ztg.*, All. (sep. 1951), n° 9, p. 217-218, 3 réf. bibl. — Remarques préliminaires sur le nombre croissant des usines produisant le béton à gaz ou le béton mousse et sur la nécessité de normaliser cette fabrication. La normalisation proposée s'applique aux blocs et aux plaques durcies à la vapeur ou à l'air. Résistance à la compression et repères pour murs porteurs et non porteurs. Densité. Dimensions des blocs et des dalles. Emploi. Retrait. Procédés d'essais. Qualité. E. 17384. CDU 691.328 : 691.3 : 389.64.

Deb m **Maçonneries ordinaires et travaux annexes.**

Deb mo

Ouvrages annexes.

138-50. **Exécution mécanique de travaux de revêtement particulièrement ardu sur un terrain en pente** (Machines conquering tough slope-paving job). *Engng. News-Rec.*, U. S. A. (9 août 1951), vol. 147, n° 6, p. 28-29, 3 fig. — Il s'agissait de

revêtir les faces intérieures de 427 m de digues formant le canal d'aménée d'une centrale. La hauteur des digues était de 9,15 m et elles présentaient une pente de 1 1/2. On y est parvenu en recouvrant d'abord les parois des digues d'une couche de 30 cm de roches concassées, puis en posant sur cette couche des panneaux en béton de 4,88 m de large. Méthodes employées. Matériel utilisé. E. 17122. CDU 693.6 : 626.1 : 691-413 : 693.54.

139-50. Gunite-asphalte-gunite, pour le revêtement d'un réservoir (Gunite-asphalt-gunite for reservoir lining). *West. const.*, U. S. A. (août 1951), vol. 26, n° 8, p. 75, 5 fig. — Ce réservoir de 9,15 x 30,5 x 3,05 m à parois inclinées à 1/1 a reçu un revêtement intérieur constitué par une couche de gunite de 18 mm d'épaisseur destinée à rendre la surface intérieure moins rugueuse, puis une couche d'asphalte, recouverte elle-même par une nouvelle couche de gunite. E. 17109. CDU 624.642 : 693.625.

140-50. Matériaux de revêtement et matières plastiques à base de goudron de houille et leur utilisation pour la protection contre la corrosion et pour celle des bâtiments (*Anstrichstoffe und plastische Massen aus Steinkohlenteer und ihre Verwendung für den Korrosions- und Bautenschutz*). MEYER (K.); *Bitum. - Teere. - Asph. - Pecher. - Stoffe*, All. (août 1951), n° 8, p. 204-207, 6 fig., 35 réf. bibl. — Utilisation des brais spéciaux. Leur application à la protection des tuyauteries : les « Teplamassen » de la Gelsenkirchener Bergwerks A. G. et de la Deutschen Röhrenwerke A. G. Procédés WALTHER, KRUBER et PETERS. Remplissage de fentes de joints en brais spéciaux pour le pavage des rues en bois ou en pierre. Revêtements des plateaux de ponts et de toitures. Divers domaines d'application du brai spécial comme protection. Possibilités de développement dans ce domaine. E. 17163. CDU 693.625 : 691.161 : 625.88.

141-50. Le recouvrement des sols. Les revêtements souples. *Œuvres Maîtres Œuvre*, Fr. n° 19 (Plastique architecturale et réalisations, n° 6), p. 1, 3, 5, 7, 9, 11, 11 fig. — Choix des revêtements souples : linoléums, tapis de caoutchouc, dalles avec incorporation de caoutchouc ou de latex synthétique. Matières plastiques appliquées en tapis ou en pâte. Nature des matériaux, conditions de pose. E. 17178. CDU 729.69 : 645.1 : 678.7.

Deb n **Procédés de construction utilisant le béton.**

Deb ne **Béton armé.**

142-50. Prescriptions du Comité allemand pour le béton armé, suivies des normes des liants et des blocs de hourdis (Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton mit Normen für Bindemittel und Deckensteine). Éd. : Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin-Wilmersdorf, All. ; E. P. P. A. C., Londres, G.-B. (juil. 1951), 4^e éd., 1 vol., xi-226 p., 143 fig. — Voir analyse détaillée B-518 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 17117. CDU 693.55 : 691.5 : 691.32-412 : 331.14 (02).

143-50. Conception spéciale de la construction d'une usine de Bristol (An unusual factory structure at Bristol). *Engineer*, G.-B. (7 sep. 1951), vol. 192, n° 4989, p. 298-299, 6 fig. — Cette usine, destinée à la fabrication de la cellophane, devait répondre à un certain nombre de conditions bien définies : grande surface de plancher sans piliers, conditionnement d'air différent suivant les salles de traitement, protection contre l'incendie. Il fallait également faire face à la pénurie de matières premières. Les piliers, en béton armé, sont espacés de 11 m dans un sens et de 9 m dans l'autre. Les planchers, réalisés en double épaisseur pour permettre le logement indépendant des appareils de service, sont montés sur une ossature en béton précontraint et recouverts de dalles préfabriquées. L'emploi de la précontrainte (système HOYER) a permis de faire des économies importantes de matières premières, tout en allégeant et en dégageant la construction. E. 17157. CDU 725.4 : 693.55.

Deb ni **Béton précontraint.**

144-50. Béton précontraint. Étude théorique et expérimentale. GUYON (Y.). Éd. : Eyrolles, 61, boulevard Saint-Germain, Paris-V^e (1951), 1 vol., xii-702 p., 503 fig. — Voir analyse détaillée B-513 au chapitre II « Bibliographie ». — M. 63. E. 17684. CDU 691.328.2 : 693.57 : 518.5 (02).

145-50. Reconstruction du pont de Vaux-sur-Seine. Un nouveau procédé de mise en tension des armatures dans un ouvrage précontraint. MOINEAU (L.); *Tech. mod. Constr.*, Fr. (sep. 1951), t. 6, n° 9, p. 301-307, 16 fig. — Pont de 56 m en trois travées de 26 et 15 m de portée. Piles construites dans des caissons préfabriqués formant batardeaux. Poutres-caissons préfabriqués mises en précontrainte au moyen de deux nappes de câbles paral-

lèles dont la tension est obtenue par écartement ou rapprochement des deux nappes. E. 17538. CDU 693.57 : 624.27.

146-50. L'évolution de la précontrainte du béton armé au cours de la reconstruction des ouvrages d'art du Nord et du Pas-de-Calais (suite). DUMAS (F.); *Travaux*, Fr. (oct. 1951), n° 204, p. 568-577, 30 fig. — Essais de fluage, de traction, de relaxation sur les aciers pour béton précontraint utilisés dans les travaux du Nord et du Pas-de-Calais. E. 17541. CDU 691.328.2 : 693.57.

147-50. Détermination de la résistance limite à la flexion des poutres en béton précontraint (The determination of the ultimate bending strength of prestressed concrete beams). MÖRSCH (E.); *C. A. C. A. (Librar. Translat.)*, G.-B. (mars 1951), n° 32, 37 p., 26 fig. Tiré à part de « *Beton Stahlbetonbau* », All. (juil. 1950), vol. 45, n° 7. — Les déformations du béton précontraint au voisinage du point de rupture ne sont pas susceptibles d'un traitement mathématique. Des essais effectués en laboratoire ont montré que la méthode de calcul basée sur les modules est applicable jusqu'au point où les fissures s'ouvrent d'une façon appréciable en raison de l'allongement de l'acier. Les poutres calculées de cette façon ont un coefficient de sécurité de 2 par rapport à la limite élastique de l'acier. Les méthodes basées sur des charges supérieures à cette limite se sont avérées inadéquates. Il convient donc de s'en tenir au calcul de la résistance d'après les modules. E. 17169. CDU 690.237.22 : 693.57 : 539.37.

148-50. Essais de poutres en béton précontraint dont l'armature est constituée par des ronds en acier à haute résistance (Tests of prestressed concrete beams with alloy steel bars). ROSS (A. D.); *Magaz. Concr. Res.*, G.-B. (août 1951), n° 7, p. 9-18, 20 fig., 2 réf. bibl. — Relations d'essais effectués sur des poutres précontraintes en utilisant des armatures qui présentent une résistance maximum de 110 kg/mm², pour des diamètres de 28,5 mm. Poutres construites et essayées sur le chantier d'essai du M. O. W. Détails des essais sur des sections en I et en U, certaines constituées en éléments assemblés, les autres étant monolithiques. Résultats et contraintes trouvées. Méthodes de charge, suite des essais et résultats. E. 17463. CDU 690.237.22 : 691.328.2 : 620.171.

149-50. Progrès réalisés dans la recherche sur le béton précontraint (Progress in prestressed concrete research). COOLEY (E. H.); *Magaz. Concr. Res.*, G.-B. (août 1951), n° 7, p. 31-36. — Propriétés du béton, de l'acier. Transfert des contraintes de l'acier au béton. Propriétés du béton précontraint; applications à la construction. Comportement du béton précontraint sous les actions des phénomènes naturels. Fabrication et mise en œuvre du béton précontraint. Conclusions. E. 17463. CDU 691.328.2 : 693.57.

150-50. La nouvelle ville de Crawley du point de vue génie civil (Engineering aspects of the New Town of Crawley). *Engineer*, G.-B. (21 sep. 1951), vol. 192, n° 4991, p. 375-379, 9 fig. — La nouvelle ville de Crawley, située à mi-chemin entre Londres et Brighton, fait partie du programme de décongestion et de décentralisation de la capitale. Elle logera 60.000 habitants. Description du système d'adduction d'eau, d'égouts et de traitement des eaux usées. On a fait un essai intéressant de route en béton précontraint, système FREYSSINET. Elle est constituée par un soubassement de clinker de 10 cm, une mince couche de sable cylindrée pour réduire le frottement, puis une couche de papier imperméable sur laquelle repose le revêtement final composé d'une dalle de béton précontraint de 15 cm d'épaisseur. L'armature est constituée par des câbles de 12 fils disposés en losanges de 1,10 m de diagonale. E. 17488. CDU 711.417 : 623 : 628.2/4 : 625.84 : 693.57.

151-50. Passerelle en béton précontraint sur la rive sud de la Tamise (The prestressed concrete footbridge on the South Bank). *Festival Concr. Quarterly*, G.-B. (août-oct. 1951), n° 12, p. 12-15, 6 fig. — Passerelle de 87 m à platelage de 76 mm d'épaisseur. Description générale; détails de construction; colonnes-soutiens; leurs fondations. Construction effectuée en deux stades. Utilisation de la méthode de précontrainte FREYSSINET, sa réalisation. Bétonnage et contrôle du béton et des agrégats. Détermination de l'humidité contenue dans les agrégats. E. 17451. CDU 624.27 : 693.57.

152-50. Réservoirs en béton précontraint (Prestressed concrete tanks). *Contract. Rec. Publ. Works Engr.*, G.-B. (sep. 1951), vol. 3, n° 3, p. 39-41, 6 fig. — Construction des premiers réservoirs à grande capacité en béton précontraint récemment édifiés à Hartlepool. Ces cinq réservoirs construits suivant le procédé MAGNEL-BLATON sont destinés à la fabrication de la magnésie au moyen de l'eau de mer. Deux d'entre eux ont un diamètre de 32,33 m et une hauteur de 12,50 m. Un troisième mesure 15,25 m

de diamètre et 14,18 m de haut. Les deux autres font 9,15 m de diamètre sur 10,98 m. E. 17267. CDU 624.95 : 693.57.

153-50. Escalier en colimaçon en béton précontraint (Revolutionary staircase built of prestressed concrete). MAGNEL (G.); *Civ. Engng.*, U. S. A. (sep. 1951), vol. 21, n° 9, p. 25-27, 8 fig. — Difficultés du calcul de l'escalier et nécessité de la construction d'un modèle à l'échelle grandeur pour effectuer les essais permettant de préciser les bases du calcul. Exposé de l'évolution du projet. Transformation des résultats des essais pour leur utilisation dans le projet. Relevé des déformations. E. 17496. CDU 690.26 : 693.57 : 518.5.

154-50. Pont en béton précontraint des chemins de fer fédéraux suisses sur le canal du Neckar à Heilbronn (Die Spannebetonbrücke der Bundesbahn über Neckarkanal in Heilbronn). KLETT (E.); *Beton-Stahlbetonbau*, All. (juil. 1951), n° 7, p. 145-148, 13 fig. — Projets et propositions. Calcul statique. Diagramme traction-allongement des armatures tendues. Moments résultant du poids propre et de la tension préalable. Description de la conduite des travaux. Disposition des câbles de traction et des presses. Appuis; coffrages, avancement des travaux. E. 16797. CDU 624.27 : 693.57 : 518.5.

155-50. Le nouveau pont de Föhrer en béton précontraint à Berlin (suite) (Die neue Föhrerbrücke zu Berlin aus Spannbeton). HEUSEL (H. W.); *Beton-Stahlbetonbau*, All. (sep. 1951), n° 9, p. 197-201, 10 fig. — Contraintes des poutres : poids propre, précontrainte, surcharges, température, retrait et fluage. Conduite des travaux : terrassements et fondations; échafaudages de coffrage; constitution du béton et sa mise en œuvre; armatures et dispositifs de tension. Aménagement des conduites de distribution soutenues par le pont. E. 17343. CDU 624.27 : 693.57.

156-50. Les nouvelles traverses en béton précontraint des chemins de fer fédéraux allemands (fin) (Die neuen Spannbetonstützen der Deutschen Bundesbahn). MEIER (H.); *Beton-Stahlbetonbau*, All. (sep. 1951), n° 9, p. 202-207, 18 fig. — Résistance des nouvelles traverses. Procédé de précontrainte du Dr. KARIG. Détails de l'armaturage; appareil donnant la précontrainte. Aciers d'armature. Considérations sur les efforts dynamiques absorbés. Fixation des rails. Six usines fournissent les chemins de fer fédéraux en traverses en béton. Consommation annuelle de ces traverses. Essais effectués sur ces traverses. E. 17343. CDU 625.142 : 693.57.

157-50. Recherches expérimentales sur les structures précontraintes (Ricerche sperimentali su strutture precompresse). ROSSETTI (U. P.); *Indust. Ital. Cemento*, Ital. (sep. 1951), n° 9, p. 207-213, 15 fig. — L'évaluation de la chute de tension préventive des armatures est essentielle dans la technique du béton armé précontraint. Les expériences ont eu pour but de mesurer cette chute de tension sur des poutres de section double T de 7,20 m de longueur par des épreuves de charge à 6,18 et 24 mois; comparées aux résultats des calculs, les valeurs trouvées ont été sensiblement inférieures. Déterminations de la chute de tension dans les câbles par évaluation du dispositif d'ancrage. Critique des résultats. E. 17605. CDU 691.328.2 : 690.237.22.

158-50. Calcul des sections de béton précontraint (à suivre) (Calcul de secciones de hormigon precomprimido). PISTOR (L.); *Hormigon Elastico*, Argent. (mai 1951), n° 5, p. 4-7, 3 fig., 1 réf. bibl. — Conditions dans lesquelles l'armature prétendue transmet les tensions au béton. Valeurs des résistances nécessaires et des tensions admissibles. Calcul des tensions : bases du calcul, détermination des tensions dans l'état de précontrainte, action des forces extérieures. E. 17248. CDU 691.328.2 : 518.5.

159-50. Avant-projet de règlement pour le béton précontraint (à suivre) (Anteproyecto de reglamento para el hormigon precomprimido). BILLIG (K.); *Hormigon Elastico*, Argent. (mai 1951), n° 5, p. 10-15, 1 fig. — Début d'un essai de codification pour toutes les structures en béton armé dans lesquelles on introduit des tensions préalables. Chapitre des généralités : définitions, spécifications des matériaux utilisés, modalités de la précontrainte et début du chapitre relatif au projet des structures : problèmes généraux et données théoriques de base. E. 17248. CDU 691.328.2 : 693.57 : 331.14.

160-50. Qu'est-ce que le béton élastique ? (Que es el hormigon elastico?). FRANJETIC (Z.); *Hormigon Elastico*, Argent. (mai 1951), n° 5, p. 22-24, 6 fig. — Exposé simple et imagé du principe de la précontrainte du béton. Notion du béton élastique; précontraint uniformément par répartition de fils fins transférant la tension par adhérence. Avantages dus à la possibilité de production en série et en usine. Possibilités d'emploi étendu dans la construction moderne. E. 17248. CDU 691.328.2 : 693.57.

161-50. Béton précontraint. Première application du système Magnel en Argentine (Hormigon precomprimido. Primera

aplicación del sistema Magnel en la Argentina). *Cemento Portland*, Argent. (juin 1951), n° 24, p. 6-9, 16 fig. — Les deux systèmes fondamentaux de réalisation du béton précontraint : par adhérence ou par ancrage. Application du système d'ancrage MAGNEL aux poutres préfabriquées constituant la charpente plane d'un hall. Description de la structure. Modalités de fabrication des poutres. Contrôle des tensions prévues. E. 17335. CDU 693.57 : 690.237.22.

162-50. Application de la précontrainte à la construction des réservoirs circulaires destinés à la digestion des eaux usées de Beverwijk (De tanks met voorgespannen wapening voor de rioolwaterzuiveringsinrichting te Beverwijk). OP TEN NOORT (L. H.); *Ingenieur*, Pays-Bas (7 sep. 1951), n° 36; *Beton*, n° 8, p. Bt.65-Bt.70, 9 fig. — Calcul et élaboration des plans d'un réservoir circulaire en béton précontraint de 1 687 t destiné au traitement des eaux d'égout de Beverwijk. L'emploi d'acier à haute résistance a permis de réaliser des économies importantes d'acier et de béton tout en assurant une excellente étanchéité de l'ouvrage et une protection efficace de l'armature contre la corrosion. Détails de construction. E. 17200. CDU 621.642 : 628.348 : 693.57.

163-50. Le calcul de la précontrainte par la méthode d'Abeles (méthode anglaise) (fin) (Il calcolo del precompresso secondo il metodo del dott. Abeles (metodo inglese)). NEUMANN (G.); *Cemento*, Ital. (juin 1951), n° 6, p. 252-258, 8 fig. — Exposé succinct de la méthode ABELES en utilisant des symboles plus simples. Calcul sans charge de rupture, suivi de rupture, avec trois exemples numériques. Bibliographie. E. 17107. CDU 693.7 : 518.5.

164-50. Barres en alliage d'acier à grand allongement pour béton précontraint. I (High tensile alloy steel bars for prestressed concrete. I). LEE (D. H.); *Civ. Engng.*, G.-B. (sep. 1951), vol. 46, n° 543, p. 668-671, 6 fig. — Intérêt de remplacer les paquets de fils par des barres; nécessité d'un acier à grand allongement. Comparaison des propriétés physiques des aciers utilisables. Divers types d'ancrage; ancrages d'extrémité. Comparaison des pertes de tension de divers câbles et barres. Détails de poutres précontraintes. Avantages des barres du point de vue de la corrosion. E. 17436. CDU 691.328.2 : 691.71.

Dec CHARPENTE, MENUISERIE, SERRURERIE

Dec j

Travail du bois.

165-50. La construction moderne en bois. *Technica*, Fr. (sep. 1951), n° 140, p. 20-22, 2 fig. — Revue des progrès réalisés dans la charpente en bois par la construction de poutres composées, l'emploi de la triangulation, l'étude des nœuds, l'emploi des boulons, des clous, de la colle pour les assemblages. E. 17525. CDU 694.1 : 621.886.

166-50. Allongement des poutres taillées dans du bois vert (Creep in initially green wooden beams). KINGSTON (R. S. T.), ARMSTRONG (L. D.); *Austral. J. Appl. sci.*, Austral. (juin 1951), vol. 2, n° 2, p. 306-325, 22 fig., 1 pl. h. t., 10 réf. bibl. — Compte rendu d'essais : poutres de bois vert chargées de poids constituant des fractions et des multiples de la charge calculée. Maintien des charges pendant une longue période pour étudier la déformation dans le temps. Mesures effectuées après déchargement des poutres. Autres essais sous charges périodiques. Accroissement des déformations si des fentes se sont produites pendant la 1^{re} année. De nombreuses poutres chargées à 200 % se sont rompues au cours de périodes variant d'une semaine à neuf mois. Influence des contraintes de cisaillement. E. 17456. CDU 694.1 : 620.171.

Dec l

Travail des métaux.

Dec la

Mise en œuvre.

Dec laj

Soudure.

167-50. A propos du soudage à l'arc en milieu gazeux. *Soud. Tech. Conn.*, Fr. (juil.-août 1951), vol. 5, n° 7-8, p. 179-181, 26 réf. bibl. — Étude des essais de soudage en milieu gazeux divers et perspectives d'avenir. E. 17133. CDU 621.791.

Dec le

Charpente en fer.

168-50. Projet économique d'une construction métallique (Designing a structural frame for economy); GARDNER (E. L.); *Engng. News-Rec.*, U. S. A. (6 sep. 1951), vol. 147, n° 10, p. 34-36, 4 fig. — Éléments tendant à l'économie : boulons de chantier à

haute résistance, revêtement des murs en aluminium, résistance au feu, béton à haute résistance sous les montants métalliques. Renseignements sur le nouveau bâtiment de la clinique de diagnostic de Mayo : type spécial de construction, qualité de l'acier utilisé, comparaison du point de vue de la résistance au feu; revêtement des murs, isolation acoustique, les boulons de montage, personnel d'étude et de construction. E. 17460.

CDU 725.51 : 693.97.

169-50. **Le pont et la construction métallique légère.** II (fin) (Il ponte e la costruzione metallica leggera). ALBENGA (G.), *Costr. Metall.*, Ital. (mars-avr. 1951), n° 2, p. 3-12, 5 fig., 32 réf. bibl. — Propriétés des aciers à résistance élevée, leurs inconvénients d'emploi; exemples d'utilisation. L'avantage sur le poids est moindre que celui que laisserait prévoir la comparaison des coefficients de qualité, inconvénient qui pourrait être éliminé par une architecture générale différente de l'architecture conventionnelle. Étude des structures tubulaires légères; évaluation de l'effet de la charge de pointe dans le cas de structures minces cylindriques; calcul de l'épaisseur minima possible pour la paroi. Pour les piliers soumis surtout à des flexions, la forme la mieux adaptée est la forme quadrangulaire, en H ou les profils spéciaux de l'aéronautique. E. 17148.

CDU 693.97 : 691.71 : 624 2/3.

170-50. **Le nouveau pavillon du Comptoir Suisse, de Lausanne** (Il nuovo padiglione del « Comptoir Suisse » di Losanna). COSANDEY (M.), *Costr. Metall.*, Ital. (mars-avr. 1951), n° 2, p. 14-20, 11 fig. — Exposé de la construction d'un hall montrant les qualités de l'acier en construction soudée. Le type adopté est celui des arcs à deux charnières, croisés à 90° et rendus entièrement solidaires par soudure avec pieds droits communs aux deux systèmes. Étude du terrain de fondation. Avantage du calcul simultané des fondations et de la superstructure. Caractéristiques des éléments de l'ouvrage. Rationalisation du montage. E. 17148.

CDU 693.97 : 725.35 : 690.236.

171-50. **Détermination photo-élastique des sollicitations tangentielles et normales dans les sections droites d'une poutre percée chargée dans le trou lui-même** (Determinazione fotoelastica delle sollecitazioni tangenziali e normali nelle sezioni rette di una trave forata caricata nel foro stesso). MONDINA (A.), *Costr. Metall.*, Ital. (mars-avr. 1951), n° 2, p. 21-27, 26 fig. — Exposé des méthodes employées pour déterminer les tensions internes dans une poutre appuyée par ses extrémités, avec un trou central dans lequel on applique une charge. Contrôles statiques. Tableaux des résultats obtenus. E. 17148.

CDU 693.97 : 690.237.22 : 518.5.

Ded COUVERTURE, ÉTANCHÉITÉ, ACHÈVEMENT

Ded j **Couverture.**

172-50. **Essai au gel des dalles de toiture en béton** (Zur Frostprüfung von Betondachsteinen). BREYER (H.), *Betonst. Ztg.*, All. (sep. 1951), n° 9, p. 206-207, 5 fig. — La feuille de Normes DIN 1115 réglementant les caractéristiques de ces dalles laisse de côté, entre autres, les conditions de résistance au gel. Nécessité d'effectuer des épreuves de résistance à la gelée. Procédé connu pour pratiquer les essais de ce genre sur les matériaux de construction. Détermination du coefficient de saturation. Méthode de conduite de l'essai; matériel nécessaire; principe du procédé. E. 17384.

CDU 690.241 : 693.54 : 620.192.422.

Ded l **Étanchéité.**

173-50. **L'emploi des produits bitumineux pour l'étanchéité des bâtiments** (Bituminöse Bauwerksabdichtung). LUFISKY (K.), Éd.: B. G. Teubner, Leipzig, All. (1951), 1^{re} partie, 1 vol., vi-154 p. 155 fig. — Voir analyse détaillée B-526 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 17147.

CDU 699.82 : 690.24 : 696.121 : 691.161 (02).

Ded ma **Travaux de peinture.**

174-50. **Le perfectionnement du rouleau à peindre.** *Métiers Bâtim.*, Fr. (août-sep. 1951), n° 50, p. 5. — Description d'un appareil d'alimentation des rouleaux à peindre en peinture sous pression et de rouleaux gravés pour impressions murales et effets de relief. E. 17369.

CDU 698.1 : 729.18 : 621.9.

Def **PRÉFABRICATION**

175-50. **Bâtiments à étages avec murs préfabriqués en ciment armé à l'aérodrome de Londres** (Multiple-story buildings with precast walls at London airport). *Concr. Constr.*,

Engng., G.-B. (sep. 1951), vol. 46, n° 9, p. 275-277, 5 fig. — Plusieurs bâtiments administratifs à un et deux étages ont été construits à l'aérodrome de Londres en utilisant le système de la préfabrication pour les murs extérieurs qui sont constitués par des dalles coulées en usines et amenées sur place en camions. Elles sont mises en œuvre au moyen de grues à col de cygne de 15 m de hauteur. Les panneaux ont 2,40 m de hauteur, 1,50 m de largeur et 20 cm d'épaisseur. Des ouvertures ont été aménagées pour les fenêtres. Les différents panneaux sont reliés les uns aux autres par des câbles métalliques en attendant la coulée du béton dans les joints. E. 17367.

CDU 690.22 : 693.057.1.

176-50. **Maisons préfabriquées d'après le système Rottin-ghuis** (Montagewoningen systeem Rottinghuis). ROTTINGHUIS (H.), CORSMIT (E. J. A.), *Bouw*, Pays-Bas (1^{er} sep. 1951), n° 35, p. 594-598, 12 fig. — Les différents éléments d'immeubles à deux ou trois étages à usage d'habitations, sont exécutés en usine sous forme de panneaux et de cadres dont le poids unitaire, inférieur à 3 t, et les dimensions, en permettent le transport facile par camion sur le chantier et la mise en œuvre rapide au moyen d'une grue roulante de force moyenne. Les planchers et les cloisons sont également livrés sous forme de panneaux en béton au clinker qui assure en même temps une résistance suffisante (150 kg/cm² sur cube) et un bon isolement thermique (K=1,33 kg/cal/m²h). Des passages sont prévus pour les différentes canalisations : eau, gaz, électricité, chauffage central. Photos et plans de blocs d'habitation importants (150 à 160 logements en trois ou quatre blocs) ont été ainsi construits rapidement et à peu de frais. E. 17372.

CDU 728.3 : 693.057.1.

Di INSTALLATIONS ANNEXES

Dib **PLOMBERIE SANITAIRE**

Dib j **Canalisations.**

177-50. **Manuel 1950 relatif aux tuyauteries des installations sanitaires et d'alimentation en eau des habitations** (Allmän Material-och Arbetsbeskrivning för Värme-och Sanitetstekniska Arbeten. — Rör AMA 1950 —). *Förlags Ab Wärme Ventilation Sanitet*, Stockholm, Suède (1950), 1 vol., 40 p. 4 fig. — Voir analyse détaillée B-527 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 17097.

CDU 696.122 : 696.11 : 696.13 (02).

Dib n **Installations d'appareils.**

178-50. **Conceptions nouvelles sur les appareils et les installations sanitaires. Les lavabos collectifs.** IV. AEDON (A.), *Chaud-Froid*, Fr. (sep. 1951), n° 57, p. 59, 61, 3 fig. — Intérêt des robinets de puisage à débit limité. Prototype de robinet actionné par pédale « Devalland », la gêne qu'il impose à la liberté des mouvements. Les lavabos circulaires, leur faible encombrement, l'écoulement de l'eau assuré par simple pression sur un levier circulaire. Installation de fortune réalisée au Sénégal pour la toilette des tirailleurs. Les lavabos « Abdon » à dalle flexible, avec robinets en caniveaux fonctionnant sous le poids de l'utilisateur placé sur la dalle. La cassotte et le robinet à puisage « Chaput » comportant une boîte de puisage et un réservoir distributeur. E. 17406.

CDU 696.11.

Dic **CLIMATISATION**

Dic j **Théories et techniques générales.**

179-50. **Échanges de vue sur les conditions à respecter dans l'établissement et l'utilisation des conduits destinés à l'évacuation des produits de la combustion du gaz et l'établissement des conduits d'amenée d'air dans les pièces où sont installés des appareils utilisant ce combustible.** *Chauff. Ventil. Condition. Air*, Fr. (sep. 1951), n° 7, p. 10, 13-14, 17-18, 21-24, 27-28, 1 fig. — Discussion du 23 avr. 1951. Cas particuliers d'obstruction par la glace, de l'emploi des conduits en fibre-ciment, des dangers des chauffe-eau installés sans évacuation des gaz brûlés, de la ventilation des grandes cuisines. E. 17537.

CDU 697 : 621.6.

180-50. **Appareil sensible pour le réglage de la température** (Sensitive temperature controller). *Engineering*, G.-B. (17 août 1951), vol. 172, n° 4464, p. 203-204, 4 fig., 1 réf. bibl. — L'appareil destiné au réglage de la température des fours

électriques permet de maintenir une température constante de $\pm 0,5^\circ \text{C}$ fixés sur un domaine de 0 à 1 000° C. Il consiste en un tube fermé à l'une de ses extrémités et constitué par un acier à grande résistance à la chaleur. Ce tube contient une tige de quartz et une tige d'acier. Le principe du fonctionnement est basé sur la différence de dilatation du quartz et de l'acier. Description de l'appareil et de ses accessoires. E. 17116.

CDU 697.243 : 697.27 : 536.5.

181-50. Les causes de l'humidité dans les bâtiments (The causes of dampness in buildings). B. R. S. Dig., G.-B. (août 1951), n° 33, 7 p., 2 fig. — Après avoir défini ce que l'on entend par « humidité », le bulletin étudie les différentes sources d'humidité rencontrées dans les bâtiments : humidité introduite pendant la construction, eau de condensation provenant de l'atmosphère et plus ou moins favorisée par la présence de certains sels, humidité due aux défauts des canalisations de plomberie, aux opérations de nettoyage, aux chutes de pluie, à l'humidité du sol, etc. E. 17103.

CDU 697.138 : 699.8.

182-50. Réglage des brûleurs à gaz. IX (Gas burner controls. 9). NESSELL (C. W.); *Plumb. Heat. J.*, U. S. A. (août 1951), vol. 122, n° 11, p. 77-79, 5 fig. — Systèmes de contrôle et de réglage actionnés par la pression du gaz. Ces systèmes sont d'ailleurs habituellement complétés par un thermostat électrique. Description des différents types de vannes. Allumeur automatique. Description. Fonctionnement. E. 17142.

CDU 697.24.

183-50. Idées fondamentales sur l'économie de l'isolation thermique (Grundgedanken über die Wirtschaftlichkeit der Wärmeschutz-Isolierung). ROSSENBACH (E.); *Arch. Ges. Wärmelech.*, All. (1951), n° 5, p. 101-107, 7 fig., 6 réf. bibl. — Prévision de l'isolation optimum : frais d'installation, durée utile, frais de réparation, situation du marché monétaire. L'installation du point de vue technique : conditions de réalisation, choix de l'équipement. L'installation du point de vue commercial. Détermination de l'isolation optimum : bases théoriques, techniques et commerciales; détermination pratique : choix par comparaison des prix, par l'économie réalisée, par la considération de prix limite. Critique des trois procédés de choix. E. 17198.

CDU 699.86 : 690.031.

184-50. Isolation thermique et acoustique des planchers, plafonds et toitures (Der Wärme- und Schallschutz von Decken, Fussböden und Dächern). HOFBAUER (G.); *Heraklith Rundschau*, All. (mars 1951), n° 12, p. 2-6, 8 fig. — Considérations générales sur l'isolation thermique : points de vue du spécialiste et du technicien du chauffage; coefficients de transmission; exemples. Généralités sur l'isolation acoustique : transmission des sons par l'air; isolation, matériaux, doubles parois; exemple de transmission des fréquences sonores. Isolation sonore additionnelle par couches d'air emprisonnées. Plafonds et planchers en une ou plusieurs couches. Différence entre les lois de l'isolation acoustique et celles de l'isolation thermique. E. 17502.

CDU 699.86 : 699.844 : 690.2.

185-50. L'amortisseur barométrique de tirage, dispositif mal connu (The misunderstood barometric draft damper). REYNOLDS (T. W.); *Plumb. Heat. J.*, U. S. A. (août 1951), vol. 122, n° 11, p. 71-73, 83, 5 fig. — Avantages que l'on peut tirer d'un amortisseur barométrique convenablement placé dans un système de chaudière, principalement pendant les périodes de non-chauffage. Le registre limite alors la quantité d'air frais circulant autour de la chaudière, évitant ainsi son refroidissement. D'autre part, il abaisse la température de la cheminée lorsque le chauffage est de nouveau établi. E. 17142.

CDU 697.325 : 621.183.

186-50. Méthode graphique pour le calcul des dispersions de chaleur hors des habitations (Un metodo grafico per il calcolo delle dispersioni di calore degli ambienti di abitazione). PARODI (A.); *Installatore ital.*, Ital. (août 1951), n° 8, p. 196-198, 1 fig. — Les dispersions ont été divisées en trois groupes : 1° dispersions à travers les murs extérieurs, le coefficient K est variable; 2° dispersions à travers les fenêtres, on prend pour le coefficient K la valeur 5,5; 3° dispersions à travers toutes les autres surfaces intérieures, plus les dispersions dues au renouvellement de l'air. Les deux premiers groupes doivent être calculés exactement; par contre, il est inutile et d'ailleurs pratiquement impossible de faire le calcul exact pour le troisième groupe. Le mémoire présente un nomogramme pour la résolution graphique. Graphique pour le calcul du coefficient K. E. 17500.

CDU 699.86 : 697 : 518.3.

187-50. Calcul et projet des installations pour climats tempérés (Plant design for temperate climates). KELL (J. R.); *Build. Res. Congress* 1951, G.-B., Div. 3, p. 122-127, 6 fig., 5 réf. bibl. — Définition du climat tempéré. Types d'installations : chauffage, ventilation, conditionnement d'air. Surfaces émet-

trices de chaleur pour l'emploi de l'eau chaude sous basse pression. Nouveau type de panneau chauffant. Eau chaude sous forte pression pour emploi direct ou pour le chauffage de l'eau utilisée sous basse pression. Autres fluides à haute température. Réglage de la température. Ventilation : son rapport avec le chauffage. Conditionnement d'air. E. 17741.

CDU 697 : 551.5.

Dic I

Le chauffage.

188-50. Aspects domestiques du chauffage et de la ventilation (Social aspects of heating and ventilating). ALLEN (Ph. G.); *J. Instn Heat. Ventil. Engrs.*, G.-B. (sep. 1951), vol. 19, n° 193, p. 239-261, 6 fig., 4 réf. bibl. — Étude des différents besoins des logements en chauffage, eau chaude, cuisinière et buanderies communes. On souligne la différence des conditions des différentes pièces suivant leur destination et la nécessité de développer les facilités de nettoyage et de propreté des locaux et des personnes. Discussion. E. 17352.

CDU 697.123 : 697.9.

189-50. Chaufferies et cheminées. Projet de code de bonne pratique pour la réalisation des chaufferies pour chauffage central et locaux annexes. GRAVE (A. DE); *Ann. Trav. Publ. Belg.*, Belg. (août 1951), fasc. 4, p. 667-692, 4 fig., 3 pl. h. t. (résumé flamand). — Texte d'un avant-projet de règlement traitant de l'emplacement souhaitable de la chaufferie, de ses dimensions, de ses dispositifs constructifs, des locaux accessoires, des conduits de fumée (nombre, sections), des cheminées et de leur construction. En annexes : exemples de chaufferies. E. 17540.

CDU 697.24 : 331.14.

190-50. L'appréciation des coefficients de transmission de chaleur des échangeurs dans le cas de débits variables et d'encrassement des surfaces d'échange (Zur Beurteilung der Wärmedurchgangszahlen bei veränderlichem Durchsatz und Heizflächenverschmutzung von Wärmeaustauschern). BOEHM (J.); *Gesundheitsingenieur*, All. (sep. 1951), n° 17-18, p. 291-294, 4 fig. — Comparaison entre les anciennes formules qui permettent de déterminer ce coefficient et les diagrammes modernes. Bases fondamentales générales du calcul. Détermination du rapport reliant le coefficient de transmission et la vitesse des fluides. Exemple numérique. Diagrammes permettant de trouver le coefficient en fonction de la vitesse. E. 17253.

CDU 536.2 : 697 : 620.1.

191-50. Calcul des nervures. Les radiateurs sont-ils des appareils rationnels? (Calcolo delle nervature. I radiatori sono apparecchi razionali?). PARODI (A.); *Installatore ital.*, Ital. (juil. 1951), n° 7, p. 167-170, 5 fig. — L'apposition de nervures sur les radiateurs permet une réduction de poids pour une même transmission de chaleur. Dimensions optima des nervures données par un nomogramme. Application à un radiateur de type courant montrant l'énorme gain de rendement réalisable. Schéma d'un radiateur simple à haut rendement. Formules donnant la valeur du coefficient de transmission dans le cas de surfaces nervurées. E. 17377.

CDU 697.356.

192-50. Chauffage des maisons par panneaux de plinthe et influence du réglage des thermostats à chauffage réduit et de l'ouverture des fenêtres de chambres à coucher la nuit (Radiant baseboard heating and effects of reduced thermostat setting and open bedroom windows at night). HARRIS (W. S.), WEIGEL (R. H.); *Univ. Illinois Bull.* (Engng Exper. Stn Bull. Sér. n° 391), U. S. A. (juil. 1951), vol. 48, n° 82, 67 p., 41 fig. — Ce système n'implique pas de consommation plus élevée. Il assure une meilleure répartition de la température entre le plancher et le plafond. Le réglage des thermostats à allure réduite la nuit, toutes fenêtres closes, procure une économie de combustible de 5 %. La consommation est la même avec chauffage réduit la nuit et les fenêtres des chambres à coucher ouvertes qu'avec toutes fenêtres fermées et une température constante de 22° C. E. 17353.

CDU 697.353.

193-50. Emploi des panneaux de contreplaqué pour les surfaces chauffantes (Sperrholzplatten als Flächenheizkörper). KRAEMER (O.); *Arch. Ges. Wärmelech.*, All. (1951), n° 5, p. 97-101, 7 fig., 1 réf. bibl. — Évolution de la question jusqu'à ce jour. Construction des nouveaux panneaux chauffants. Leurs particularités techniques et électriques : température des surfaces chauffantes, densité des calories par mètre carré, dangers d'incendie, précautions contre l'humidité, section des résistances chauffantes, facilité de réglage, durée des panneaux. Économie du procédé. E. 17198.

CDU 697.353 : 691.116.

194-50. Le chauffage à eau chaude à circulation accélérée. Installations comportant plusieurs circuits à températures variables. CHASSEREAU (R.); *Chaud-Froid*, Fr. (sep. 1951), n° 57, p. 15, 17, 19, 3 fig. — Installations comportant plusieurs

circuits à températures variables. Schémas d'installations ayant donné des mécomptes et moyens pour les pallier. E. 17406.

CDU 697.4.

195-50. **Installation de conditionnement d'air à « pleine pression »** (A pressure-plenum air-conditioning installation). *Industr. Heat. Engr.*, G.-B. (sep. 1951), vol. 13, n° 71, p. 266-269, 6 fig. — Description d'un nouveau dispositif de conditionnement d'air apparu aux États-Unis depuis quelques années : l'air est mis en circulation par une installation centrale; le chauffage est obtenu localement par de l'eau chaude. Centrales des chaudières économiques; système de conditionnement de l'air; local abritant l'installation; réseau des canalisations; éléments de conditionnement. Chauffage par l'eau chaude; dispositifs de contrôle. E. 17501.

CDU 697.4 : 697.974.

196-50. **Le chauffage domestique** (Heating the home). *Univ. Illinois Bull.*, U. S. A. (juin 1951), vol. 48, n° 71; *Small Homes Coun.*, U. S. A., n° G 3.1, 12 p., 19 fig. — Conditions requises pour la réalisation d'un système de chauffage efficace. Quel genre de système adopter ? Combustibles, eau chaude, contrôle. Installations. Éléments de chauffage à l'air chaud : circulation par gravité; circulation forcée. Installation des panneaux chauffants à l'air chaud. Installation de chauffage périphérique. Éléments de chauffage à vapeur ou eau chaude : la vapeur; eau chaude circulant par gravité; eau chaude à circulation forcée. Panneaux chauffants. E. 17505.

CDU 697.124.

197-50. **Les principes fondamentaux du conditionnement d'air. VII** (The fundamentals of air-conditioning). *Kur* (D.); *Industr. Heat. Engr.*, G.-B. (août 1951), vol. 13, n° 70, p. 248-250, 256, 4 fig. — Cet article traite des pompes de réfrigération et des pompes à chaleur. Application des systèmes au conditionnement d'air. Schémas de principe du système à absorption et du système à jet de vapeur. Descriptions des appareils. Principe de fonctionnement de la pompe à chaleur. Rendement. Exemples d'utilisation de la pompe à chaleur. E. 17108.

CDU 697.974 : 697.3 : 621.577.

198-50. **Les principes du conditionnement de l'air. VIII** (The fundamentals of air-conditioning. VIII). *Kur* (D.); *Industr. Heat. Engr.* G.-B. (sep. 1951), vol. 13, n° 71, p. 274-277, 6 fig. — Réfrigération et filtres à air. Essais avant la mise en service : étanchéité des joints, brides, etc. Méthodes d'essais. Détecteur électronique de fuites. Les filtres à air : le type à choisir; filtre électrostatique; filtre ionisant et collecteur de poussières; disposition schématique d'un filtre auto-nettoyeur. Méthodes de mesure de l'efficacité des filtres. Résistance opposée à la circulation de l'air dans les filtres. E. 17501.

CDU 697.974.

199-50. **Centrales de production de vapeur, sources chaudes et froides de la « pompe à chaleur »** (The steam-generating stations as a source and sink for the heat pump). *EIBLING* (J. A.), *LANDRY* (B. A.); *Industr. Heat. Engr.*, G.-B. (sep. 1951), vol. 13, n° 71, p. 259-262, 5 fig. — Description générale de l'installation; importance d'une source convenable de chaleur. Circulation de l'eau dans un réseau de tuyaux enterrés : en hiver le circuit passe dans les condenseurs de la centrale. Représentation schématique du circuit. Influence de la température de l'évaporation sur l'efficacité de l'installation. Comparaison avec la terre considérée comme source chaude. Caractéristiques des circuits, puissances consommées par les « pompes à chaleur ». E. 17501.

CDU 697.3 : 621.577.

200-50. **Application de la pompe à chaleur aux bureaux et ateliers d'un journal** (Heat pump application to a newspaper plant). *KROEGER* (J. D.), *BONEBRAKE* (J. H.), *MELVIN* (J. A.); *Heat. Pip. Air Condition.*, U. S. A. (sep. 1951), vol. 23, n° 9, p. 109-116, 13 fig., 3 réf. bibl. — Conditionnement d'air pour les cinq étages de l'immeuble. Divers usages des locaux. Quantités d'air conditionné nécessaires. Utilisation de 10 unités de conditionnement. Le pompage de chaleur reconnu avantageux. Les puits source chaude. Fonctionnement des installations dans des conditions anormales. Schémas de circulation des fluides. Utilisation des nouveaux procédés. Expérience du fonctionnement et conclusions qu'on en tire. E. 17487.

CDU 697.3 : 621.577.

201-50. **Rapports de l'A. S. H. V. E. sur les installations de pompage de chaleur** (ASHVE reports on heat pump installations). *Plumb. Heat. J.*, U. S. A. (sep. 1951), vol. 122, n° 12, p. 75-77. — Analyse de trois rapports présentés à l'American Society of Heating and Ventilation Engineers : 1° Sur une très importante installation de pompage de chaleur de l'Oregon; description de l'installation; la chaleur est tirée de trois puits de 72, 62 et 280 m; complément de l'installation par le conditionnement de l'air. Résultats de l'expérience : économie, automatisation, etc. 2° Sur une installation ayant fonctionné deux ans à l'Appalachian Electric Power Cy, avec addition d'une petite

installation de pompage de distribution d'eau chaude. 3° Sur les besoins d'informations relatives à l'installation de pompes de ce genre et présentation d'un grand nombre de données de principe réunies par l'Université du Washington. E. 17458.

CDU 697.

202-50. **Le développement du chauffage électrique des locaux** (De ontwikkeling der elektrische ruimteverwarming). *BOER* (L. J. J.); *Polytech. T.*, Pays-Bas (7 août 1951), n° 31-32, p. 482 b-488 b, 10 fig. — Aperçu des divers moyens de chauffage électrique; par les plafonds; par les murs, avec revêtements de plaques de ciment-amiante chauffés. Radiateurs à haute température. Chauffage rapide des églises. Chauffage des locaux par le sol. Régulation de la température. Possibilités. E. 16987.

CDU 697.124 : 697.27 : 697.353.

Dic m

Le frigorifique.

203-50. **Panneaux de plafond en aluminium pour le chauffage et la réfrigération** (Aluminium ceiling panels for heating and cooling). *HOWARTH* (E. S.), *HUDDLESTON* (S. C.), *KOCH* (R. M.); *Heat. Pip. Air Condition.*, U. S. A. (sep. 1951), vol. 23, n° 9, p. 125-133, 10 fig. — Résultats d'essais de chauffage et de réfrigération effectués sur divers types de panneaux en aluminium et pour diverses conditions de température des locaux. Analyse des résultats du chauffage et du refroidissement par panneaux métalliques et établissement d'un diagramme applicable à d'autres panneaux. Concordance suffisante entre les résultats du calcul préalable et ceux des essais. E. 17487.

CDU 691.41 : 697.124 : 621.56.

Dic n

Traitement de l'air et de la matière.

204-50. **Trois installations d'air conditionné desservent le bâtiment Chrysler-est** (Three air conditioning systems to serve Chrysler building east). *Heat. Pip. Air Condition.*, U. S. A. (sep. 1951), vol. 23, n° 9, p. 84-85, 1 fig. — La desserte des 32 étages de l'immeuble a nécessité le fractionnement de l'installation. Celle-ci maintient dans l'ensemble une température maximum de 27°. Le premier système combine chauffage et réfrigération périphérique du 2° jusqu'au 32° étage. Le deuxième est un système de conditionnement d'air ordinaire pour les intérieurs des étages précédents. Le troisième système dessert le 1^{er} étage. Avantages de la division; description de l'installation mécanique. Prévisions pour un immeuble de 77 étages. E. 17487.

CDU 697.974 : 720.922.2.

205-50. **Conditionnement d'air par déshumidification** (Luft-Konditionierung durch Entfeuchtung). *KREMP* (R.); *Installation*, Suisse (août 1951), n° 4, p. 134-139, 15 fig. — Déshumidification de l'air par refroidissement au-dessous de son point de rosée. Diverses méthodes de refroidissement. Procédé par adsorption au moyen de gel de silice. Emploi de l'alumine activée. Procédé par absorption au moyen d'acide sulfurique ou de glycérine, de chlorure de zinc, de lithium ou de calcium. E. 17127.

CDU 697.974 : 621.56.

206-50. **La ventilation des grandes cuisines.** *PRUD'HON*; *Chauff. Ventil. Condition. Air.*, Fr. (sep. 1951), n° 7, p. 29-30, 1 fig. — Principes généraux à observer pour l'installation d'une ventilation efficace. Visites et nettoyages. Cas du grand fourneau de milieu. E. 17537.

CDU 697.9 : 643.3.

207-50. **Principes de la ventilation naturelle des bâtiments** (The principles of natural ventilation of buildings). *B. R. S. Dig.*, G.-B. (sep. 1951), n° 34, 6 p., 10 fig. — Deux forces souvent indépendantes entrent en jeu dans la ventilation naturelle, le vent et l'effet de tirage. Le premier est provoqué par la pression du vent et le second par la différence de température entre l'extérieur et l'intérieur du bâtiment. Dans le premier cas, la ventilation dépend de l'orientation du bâtiment par rapport aux vents dominants, ainsi que du nombre et de la disposition des ouvertures. Exemples d'agencements. Dans le second cas et surtout en hiver, un effet de tirage excessif peut provoquer des déperditions thermiques importantes et un accroissement de la consommation de combustible. Il convient donc de le freiner par des moyens appropriés au moyen de volets de réglage des poêles et des cheminées. E. 17351.

CDU 697.9.

208-50. **Chauffage et ventilation du Royal Festival Hall** (The Royal Festival Hall : Heating and ventilation). *COE* (R.); *Architect*, G.-B. (20 sep. 1951), vol. 200, n° 4318, p. 322-324, 8 fig. — Description d'un système de ventilation et de chauffage par circulation d'air chaud des bâtiments administratifs de la salle de réunions et du bar du Festival. E. 17413.

CDU 697.5 : 697.9.

Did ÉCLAIRAGE, INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES**Did j Orientation, insolation, éclairage naturel.**

209-50. Solution de l'équation intégrale relative au problème de l'éclairage naturel (The integral-equation solution of the daylighting problem). SPENCER (D. E.), STAKUTIS (V. J.); *J. Franklin Inst.*, U. S. A. (sep. 1951), vol. 252, n° 3, p. 225-237, 4 fig., 20 réf. bibl. — Formules relatives à l'éclairage naturel des pièces de grandes dimensions. Application à différentes dispositions des baies et fenêtres par lesquelles pénètre la lumière. Exemples numériques. E. 17595. CDU 696.92.

Dif PROTECTION CONTRE LES DÉSORDRES ET LES ACCIDENTS**Dif j Acoustique, insonorisation, trépidations.**

210-50. Les lustres ont-ils une influence sur l'« acoustique » des salles de théâtre et de concerts? VILLARD (Ls); *Bull. tech. Suisse romande*, Suisse (8 sep. 1951), n° 18, p. 243-245, 1 fig. — On montre que les lustres d'une salle peuvent fonctionner comme antiréverbérants acoustiques, comme l'indiquent la théorie et des expériences faites dans une salle. E. 17191. CDU 534.84 : 696.93.

Dif m Protection contre les phénomènes naturels.

211-50. Courbes donnant la pression hydrodynamique due à la composante horizontale d'un tremblement de terre (Hydrodynamic pressure due to horizontal earthquake shock computed by curves). VEN TE CHOW; *Civ. Engng.*, U. S. A. (sep. 1951), vol. 21, n° 9, p. 52-53, 1 fig. — Utilisation de ces courbes pour les calculs des ouvrages hydrauliques, digues et barrages, installés dans des régions éprouvées par des tremblements de terre. Calcul de la pression hydrodynamique suivant la formule de Westergaard. Exemple numérique dans un cas particulier. E. 17496. CDU 699.841 : 627.8 : 518.5.

212-50. Usine résistante aux secousses sismiques (Plant is earthquake resistant). McGraw-Hill Dig., U. S. A. (sep. 1951), vol. 6, n° 9, p. 36-37, 2 fig. — Pour la construction d'une centrale à vapeur on a utilisé des murs armés en maçonnerie de briques, avec injections de béton. La toiture est constituée par des dalles en béton armé placées sur des solives supportées par des poutres triangulées. Cette toiture constitue une partie importante du dispositif antisismique. E. 17166. CDU 621.4 : 690.24 : 693.55 : 699.841.

213-50. Le plus grand hôtel construit depuis l'édification de l'hôtel Waldorf, a été étudié de façon à résister aux secousses sismiques (Biggest hotel since the Waldorf designed to be earthquake-proof). *Engng News-Rec.*, U. S. A. (23 août 1951), vol. 147, n° 8, p. 35-37, 4 fig. — La construction est divisée en cinq parties ayant chacune 12 étages. Chacune de ces cinq parties comprend des murs en béton étudiés pour résister au cisaillement. Description des poutres en I et des poutres triangulées utilisées. Disposition des étages inférieurs. Utilisation du béton à agrégat léger. Conditionnement d'air. E. 17175. CDU 728.54 : 693.54.

Dif n Protection contre les désordres dus à l'homme.

214-50. La bombe atomique et ses effets sur les bâtiments, (The atomic bomb in relation to structures). C. A. C. A., G.-B. (mars 1951), Libr. rec. Ch. 21, 5 p. — Liste d'articles, notes et ouvrages traitant de cette question. Constructions pour la fabrication de la bombe. Effets de la bombe de Nagasaki, d'Hiroshima. Comportement des bâtiments sous l'effet d'une bombe atomique. Emploi du béton pour empêcher le passage des rayons Gamma. Abris de protection contre la bombe atomique, etc. E. 17268. CDU 699.85 : 720.251.

Dig CIRCULATION ET STOCKAGE DES FLUIDES**Dig l Canalisations.**

215-50. Pertes de charges dues aux dérivations dans les installations comportant un collecteur général (Pressure losses of take-offs for extended-plenum duct systems). HOLL (J. W.), GILMAN (S. F.), MARTIN (R. J.), KONZO (S.);

Heat. Pip. Air Condition., U. S. A. (sep. 1951), vol. 23, n° 9, p. 117-124, 10 fig., 6 réf. bibl. — Recherche des pertes de charges dues à divers types de dérivations de 180 mm, branchées à la fois sur un collecteur de 305 x 204 mm. Buts de ces recherches : effets des dérivations normalisées sur deux collecteurs différents, influence de leur situation relative, application des résultats du laboratoire aux calculs d'installation. Description de l'appareillage d'essai. Calibrage des instruments. Processus d'ensemble et compilation des résultats. Étude préliminaire. Résultats de l'étude portant sur une seule dérivation, sur des dérivations multiples. Interprétation pratique des résultats. Conclusions. E. 17487. CDU 621.6 : 532.542.

216-50. Vingt ans de « canalisation à deux étages » dans le Brunswick (Zwanzig Jahre « zweistöckige Kanalisation » in Braunschweig). SCHAEFER (K.); *Gesundheitsingenieur*, All. (sep. 1951), n° 17-18, p. 309-310, 3 fig. — La « canalisation à deux étages » consiste à placer dans un même plan vertical, l'une au-dessus de l'autre, la conduite d'eau de pluie et la conduite d'eaux boueuses. Ce genre d'installation s'est révélé plus économique, comme les exemples cités le prouvent; toutefois, en comparaison des difficultés d'exploitation, l'économie réalisée n'est pas suffisante pour en faire une réalisation recommandable. E. 17253. CDU 628.15 : 628.111 : 628.2/4.

217-50. Méthode rapide pour la pose d'une conduite dans une tranchée humide (Fast way to lay pipe in wet trench). FOLSOM (O. H.); *West. Constr.*, U. S. A. (août 1951), vol. 26, n° 8, p. 57-58, 4 fig. — Grâce à l'emploi d'un bouclier mobile entraîné par un excavateur, une équipe de deux hommes a pu mettre en place 185 m de tuyaux de 305 mm de diamètre en 8 h. Le gravier provenait de trémies disposées sur le bouclier et était réparti de façon à obtenir un tapis continu d'épaisseur convenable. Description du matériel et méthode opératoire. E. 17109. CDU 518.5 : 624.134 : 621.879.

218-50. La construction du sea-line de Fedala. GUILLET (P.); *J. Construire*, Maroc (7 sep. 1951), n° 582, p. 766-772, 17 fig. — Raisons économiques de la solution « sea-line ». Études définitives. Chantier de lancement, chantier de montage, chantier sous-marin. Opérations de lancement. E. 17345. CDU 628.15 : 665.5.

Dig m Réservoirs.

219-50. Un grand réservoir en acier est amené sur son nouvel emplacement par une flottaison réglée avec précision (Big steel tank floated to new position under precise control). DI GIACINTO (A.); *Constr. Methods*, U. S. A. (sep. 1951), vol. 33, n° 9, p. 56-58, 5 fig. — Déplacement de 60 m d'un réservoir de 42,5 m de diamètre et de 14,5 m de haut. Ancien et nouvel emplacements entourés d'une levée de terre, dont l'espace intérieur a été rempli d'eau et permet tout le levage et le déplacement du réservoir. Description de l'opération. E. 17498. CDU 621.642 : 693.97 : 621.876 : 690.595.

Do MOYENS DE RÉALISATION**Dod MATÉRIEL ET OUTILLAGE****Dod j Matériel de chantier.**

220-50. Utilisation des « scrapers ». VIÉ (G.); *Industr. Cérâm.*, Fr. (août-sep. 1951), n° 423, p. 175-177, 2 fig. — Choix du type de scraper en fonction du travail à exécuter et des conditions locales. Tableau des rendements horaires. Méthode d'utilisation de l'engin. Système nouveau de tracteurs à chenilles jumelés. E. 17407. CDU 621.879 : 629.1.

221-50. Rendement des appareils de terrassements. Facteurs affectant la performance du tracteur. *Tech. mod. Constr.*, Fr. (sep. 1951), t. 6, n° 9, p. 317-319, 5 fig. — Étude des facteurs affectant la performance d'un tracteur à chenilles ou à pneus. Influence de l'altitude et de la température sur la puissance du moteur. Influence sur la puissance au crochet, de la résistance au roulement, des rampes, du coefficient de friction. E. 17538. CDU 621.879 : 629.1.

222-50. Développements récents en matière d'équipement pour le terrassement. X : Bennes et bennes preneuses pour dragline (Recent developments in earth moving equipment. 10 : Dragline buckets and grabs). GREEN (N. D.); *Muck Shifter*, G.-B. (sep. 1951), vol. 9, n° 9, p. 305-317, 14 fig. — Historique de la dragline, fonctionnement des draglines modernes. Différentes

sortes de bennes utilisées, bennes perforées pour l'extraction des matériaux humides; bennes preneuses de divers modèles, à simple chaîne, à double chaîne, avec contrepoids réglable, bennes preneuses à commande par câbles métalliques; bennes preneuses à deux branches, à trois tranches, etc. E. 17138.

CDU 621.879 : 624.133.

223-50. Recherches sur les pompes à béton. JOISEL (A.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (sep. 1951), n° 204 (Matériel Chantier n° 6), p. 2-18, 16 fig., 22 réf. bibl. (résumé anglais). — Théorie de la pompe à béton, influence du mouillage du béton, calcul de la pression au départ, évaluation des portées limites et de l'influence des coudes. Emploi de la pompe à béton, consistance et granulométrie du béton, utilisation du kieselgur et de l'air occlus, débit, déformation de la canalisation et son calcul, puissance du moteur, appareils pneumatiques. Résultats obtenus lors de la construction de la centrale de Joinville. E. 17539.

CDU 691.32 : 621.929.

224-50. Installation transportable pour la fabrication des agrégats, fournissant journalièrement 6 000 t d'agrégats pour la route à péage de l'État de New Jersey (Portable unit aggregate plant turns out 6,000 tons daily for Jersey pike). *Constr. Methods*, U. S. A. (août 1951), vol. 33, n° 8, p. 50-53, 12 fig. — Description de l'installation comportant une trémie de réception, un crible grossier, des tamis mécaniques, un transporteur à courroie, de nouveaux tamis, un concasseur réduisant le matériau à la dimension maximum de 127 mm, puis un second convoyeur conduisant au silo, sous lequel sont disposés deux feeders qui chargent un transporteur à courroies, amenant le matériau aux cribles laveurs et aux camions qui en effectuent la livraison. E. 17149.

CDU 621.929 : 625.84 : 693.54.

225-50. Le matériel pour la fabrication des macadams et gravillons routiers. BLANC (Ed.); *Tech. mod. Constr.*, Fr. (sep. 1951), t. 6, n° 9, p. 321-324, 10 fig., 15 réf. bibl. — Evolution du matériel français de concassage et de criblage. Concassage primaire et concassage secondaire. Problème de la fragmentation cubique. Classement des matériaux. Matériel de lavage et de dépoussiérage. Manutention mécanique. Installation d'ensemble. E. 17538.

CDU 625.8 : 621.873.

226-50. État de l'évolution des machines allemandes de construction des routes (Der Stand der Entwicklung bei den deutschen Strassenbaumaschinen). GARBOTZ (G.); *Bauwirtschaft*, All. (5 sep. 1951), n° 36/37 (Baumaschine-Baugerät, n° 9), p. 65-70, 17 fig., 13 réf. bibl. — Tendence à l'emploi généralisé des machines. Machines actuellement construites par l'industrie allemande : bulldozer à chenilles HANOMAG de diverses puissances; rabot routier FRISCH; excavateur à chenilles MECK et HAM-BROCK; bennes basculantes automobiles; machines à pelleter universelle; machines à surfacer les routes; surfaceurs à secousses ABG; machines à asphaltier; cylindres, etc. E. 17196.

CDU 625. 7/8.

227-50. Systèmes de roulements et rouleaux pour transporteurs fixes à courroies de caoutchouc. BETTON (R.); *Equip. Méc. Mines, Carrières, grdes Entrep.*, Fr. (avr. 1951), n° 258, p. 11-18, 8 fig. — Étude des transporteurs à courroies de caoutchouc. Normes et standards. Éléments constitutifs principaux, rouleaux, courroies. Description de matériels français. E. 17388.

CDU 621.876.

228-50. La mécanisation du transport des planches dans les scieries de la côte Pacifique. MAHEU (C. F.); *Rev. Bois*, Fr. (sep.-oct. 1951), n° 9-10, p. 6-8, 10 fig. — Description d'un système mécanique de manutention des planches destinées au séchoir. Considérations sur la sécurité et la productivité. Tableau de l'organisation générale d'une scierie. E. 17489.

CDU 691.11 : 674.04 : 621.876.

229-50. Débardage et transport des grumes. Conditions et méthodes. MEGILLE (X. de); *Rev. Bois*, Fr. (sep.-oct. 1951), n° 9-10, p. 9-14, 17 fig. — Conditions de débardage comportant le débouquage jusqu'au chemin forestier et la vidange jusqu'au lieu de chargement; matériel employé. Transport sur route. E. 17489.

CDU 691.11 : 621.876.

230-50. Chargeuses à benne (Bucket loaders). GREEN (N. D.); *Contract. Rec. Publ. Works Engr.*, G.-B. (sep. 1951), vol. 3, n° 3, p. 14-16, 13, 12 fig. — Évolution de la construction des chargeuses à benne. La tendance moderne est orientée vers la réduction d'encombrement de l'engin. Différents types de chargeuses à benne modernes. Modèles présentés ou construits par différentes firmes. Utilisations de la chargeuse à benne. E. 17267.

CDU 621.876 : 621.879.

231-50. L'emploi d'un téléferique élévateur permet d'accélérer les travaux de barrage de Lookout-Point (Hi-line cable-way speeds Lookout Point dam work). *West. Constr.*, U. S. A.

(août 1951), vol. 26, n° 8, p. 82-83, 129, 3 fig. — Ce téléferique qui peut transporter une charge de près de 3 500 kg, a une portée de 793 m et son câble est supporté par deux pylônes ayant respectivement 130 et 47,90 m. Description du téléferique. Fonctionnement. Description du convoyeur. Mise en place des matériaux de remblayage. E. 17109. CDU 621.876 : 624.135 : 627.8.

232-50. Rendement obtenu grâce à l'emploi de l'élévateur à vide (Efficiency in use of vacuum lifter). *West. const.*, U. S. A. (août 1951), vol. 26, n° 8, p. 84-85, 3 fig. — Un dispositif de levage par le vide a été utilisé pour mettre en place une série de panneaux préfabriqués en béton armé, atteignant une largeur totale de plus de 400 m. L'élévateur a une capacité de 40 t et mesure 4,57 x 7,32 m. Il comporte une base métallique rectangulaire pourvue d'un axe central horizontal permettant de faire basculer l'appareil de 90°. Il est muni de nombreuses ventouses réparties sur toute sa surface. E. 17109. CDU 621.876 : 621.51.

233-50. Une grue montée sur châssis à patins s'élève en même temps que le bâtiment en construction métallique de dix-sept étages (Crane on skids rises with building to erect steel on 17-story apartment). *Constr. Methods*, U. S. A. (sep. 1951), vol. 33, n° 9, p. 54-55, 3 fig. — Après le levage des ossatures du septième étage, la grue a été montée sur le dernier plancher pour assurer le levage des étages supérieurs. De nouveaux déplacements en hauteur de la grue ont été effectués sur les onzième et quinzième planchers. La grue était montée sur un châssis à patin qui se déplaçait horizontalement sur des rouleaux. E. 17498.

CDU 621.876 : 720.922.2 : 693.97.

234-50. L'emploi de grues flottantes de grande puissance pour le montage des ponts métalliques (Der Einsatz von Schwimmkranen grosser Tragkraft bei der Montage von Stahlbrücken). WEBER (J.); *Bautechnik* (Stahlbau), All. (mai 1951), n° 5, p. 54-59, 8 fig. — Divers stades dans l'exécution des ponts métalliques. Tendance à augmenter l'importance des éléments préfabriqués en usine et mis ensuite en place par des grues flottantes. Appareillage nécessaire au montage; montage proprement dit. Exemples des ponts de Mayence-Kastel, de Frankenthal, de Mannheim, de Francfort, de Heidingsfeld et de Mülheim. E. 17404.

CDU 621.876 : 624.2/8 : 693.97.

Dod

Outilsage.

235-50. Expériences relatives au percement des roches avec des fleurets garnis de carbure de tungstène (Experiences in rock drilling with tungsten carbide tipped bits). ANTILL (J. M.), REA (J. L.); *J. Instn. Engrs. Austral.*, Austral. (juin 1951), vol. 23, n° 6, p. 97-111, 29 fig., 7 réf. bibl. — Résultats des recherches et expériences sur les divers facteurs qui influent sur le fonctionnement et la longévité des outils de forage. Classement des roches suivant leurs possibilités de forage. Fonctionnement général et procédés d'entretien des perforatrices et des fleurets. E. 17105.

CDU 624.13 : 621.879 : 621.9 : 621.54.

Dof

LES CHANTIERS ET LA SÉCURITÉ

Dof m

Sécurité.

236-50. Les téléferiques. IV. Les appareils de sécurité et de liaison. ROUHIER (F.); *Cah. Comit. Prév. Bâtim. Trav. publ.*, Fr. (juil.-août 1951), n° 4, p. 149-154, 3 fig. — Études des mesures de sécurité par circuits téléphoniques, signalisation sonore ou optique, radiotéléphonie, antigivrage, anémomètres. Indicateurs de position. Descriptifs de déclenchement au terminus. Appareillage de secours pour ramener le personnel. Mesures de sécurité concernant la ligne et ses abords. Exploitation : choix du personnel, rédaction d'un règlement d'exploitation. E. 17250.

CDU 614.8 : 621.876 : 331.14.

237-50. Prévention des accidents de décompression et premiers soins à donner aux victimes. LOUSTEAU; *Cah. Comit. Prév. Bâtim. Trav. publ.*, Fr. (juil.-août 1951), n° 4, p. 168-170, 5 fig. — Étude de la prévention y compris l'examen médical préalable et la surveillance des travailleurs et des premiers soins en cas d'accidents. E. 17250.

CDU 614.8 : 621.51 : 624.157.

238-50. Prévention des accidents. Emploi des grues et engins de levage. *J. Constr. Suisse Romande*, Suisse (sep. 1951), n° 9, p. 466-469. — Reproduction du texte complet d'une ordonnance prise par le Conseil Fédéral Suisse, le 22 juin 1951, concernant les mesures destinées à prévenir des accidents dans l'emploi de grues et d'engins de levage. E. 17349.

CDU 621.876 : 614.8 : 331.823.

F. — LES OUVRAGES

Fa ÉLÉMENTS D'OUVRAGES

Fab ÉLÉMENTS UTILISÉS POUR LA CONSTRUCTION
OU LA SÉCURITÉ DES OUVRAGES

239-50. Étalements, échafaudages, ouvrages spéciaux. *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (sep. 1951), n° 205 (Manuel Charpente en bois, n° 12), p. 2-44, 70 fig., 1 pl. h. t. (résumé anglais). — Les étalements et les règles générales à observer dans leur exécution, mode d'action des butonnages, détermination de leur position et calcul de leurs sections. Processus d'exécution des blindages de fouilles et les conditions de prise en compte de la poussée des terres. Divers objets des échafaudages et description des différents types (échafaudages adhérents, échafaudages indépendants, échafaudages mobiles) avec comme exemple l'échafaudage de restauration du dôme des Invalides. Revue des types de ponts provisoires, palées en bois, batardeaux, caissons en bois, pylônes (exemple de pylône de 70 m de hauteur). E. 17539.

CDU 694.1 : 690.593.2.

Fac ÉLÉMENTS PORTEURS

Fac Verticaux.

240-50. Le foyer et la maison (Hearth and home). HJALMARSSON (K. E.); *Brick Builder*, G.-B. (1951), p. 136-146, nombr. fig. — Description de foyers en briques à feu ouvert pour maisons d'habitation dans lesquels on a combiné les conceptions modernes les plus rationnelles avec un effet décoratif aussi plaisant que possible. E. 17524.

CDU 697.8 : 720.1.

241-50. Cheminées de maisons d'habitation (Skorstene for smaaahuse). BECHER (P.); *Stat. Byggeforskningst.*, Danm. (1951). Stud. n° 6, 45 p., 29 fig., 12 réf. bibl. (résumé anglais). — Les cheminées conventionnelles en briques pleines sont défectueuses car l'abondance des joints de mortiers crée autant de zones froides où la suie se condense et s'agglomère en croûtes dures qui résistent au ramonage et provoquent des risques d'incendie. Des solutions modernes ont permis des améliorations importantes; elles consistent principalement à loger à l'intérieur de la cheminée de section carrée, des conduits tubulaires d'assez grande longueur, qui se trouvent ainsi isolés du gros œuvre, en réduisant au minimum le nombre de joints. L'expérience a montré que les dépôts de suie étaient beaucoup moins abondants et s'évacuaient aisément au ramonage sous forme pulvérulente et non plus en morceaux. Par ailleurs, le tirage se faisait mieux. Description de plusieurs solutions analogues. E. 17082.

CDU 697.8

Fac I Horizontaux.

242-50. Influence des liaisons sur la stabilité des poutres (The influence of restraints on the stability of beams). FLINT (A. R.); *Struct. Engr.*, G.-B. (sep. 1951), vol. 29, n° 9, p. 235-246, 16 fig., 7 réf. bibl. — Les efforts dus aux liaisons sont provoqués par les conditions de travail des poutres, ou sont même voulus dans l'élaboration des plans comme précaution contre le flambage. Ils ont pour effet d'augmenter la stabilité des poutres et il serait bon d'en tenir compte pour augmenter les contraintes admissibles et alléger la structure. Exposé d'un système de calcul. E. 17370.

CDU 690.237.22 : 518.5.

243-50. Planchers en briques creuses avec ou sans coffrages? (Tonhohlsteindecken mit oder ohne Schalung?). RAAB (C.); *Ziegelindustrie*, All. (sep. 1951), n° 17, p. 551-553, 3 fig. — Comparaison, du point de vue coffrage, des planchers en béton et des planchers en briques creuses. Conditions à remplir pour le plancher à hourdis creux; liaison parfaite des briques, surface relativement faible des planchers, armaturage des nervures entre briques. Description des briques pour hourdis creux. Leur

mise en œuvre. Quantité de béton à employer. Gouttières réservées dans les briques pour les armatures suivant le système FER-BRIK. E. 17156.

CDU 690.25 : 693.54 : 691.421-478.

Fac m Inclinés.

244-50. Calcul d'un escalier hélicoïdal (Design of a helical staircase). *Concr. Constr. Engng* (sep. 1951), vol. 46, n° 9, p. 283-286, 3 fig. — Calcul d'un escalier hélicoïdal en béton armé, de 3,60 m de hauteur, 0,82 m de rayon intérieur et 2,17 m de rayon total. Les montants hélicoïdaux ont une section rectangulaire : 0,60 m de hauteur sur 31 cm d'épaisseur; les marches sont boulonnées sur ces montants; elles sont en terrazzo préfabriqué et ont 1,50 m de long. Elles débordent de 0,75 m environ de part et d'autre des montants. La spirale couvre un angle de 240°. On suppose que la charge totale exercée sur chaque marche est concentrée sur son centre de gravité à une distance R de l'axe de la spirale. Exposé du calcul. E. 17367.

CDU 690.26 : 693.55 : 518.5.

245-50. Nouveaux types d'escaliers extérieurs et intérieurs pour des logements à bon marché (New type plans for balcony and staircase access flats). *Architect*, G.-B. (20 sep. 1951). vol. 200, n° 4318, p. 309-315, nombr. fig. — Le groupe de recherches du Service du Logement du London County Council a fait une étude minutieuse des escaliers d'accès des nouveaux groupes d'habitations à bon marché. Il a été décidé que les petits logements seraient pourvus d'un escalier extérieur, et les grands d'un escalier intérieur. Description et plans des différentes solutions envisagées. E. 17413.

CDU 690.26.

246-50. La construction d'un grand garage à Lyon. CATHABARD (A.); *Travaux*, Fr. (oct. 1951), n° 204, p. 578-583, 11 fig. — Description des travaux d'un garage en béton armé couvert en sheds réalisés au moyen de demi-voutes paraboliques, raidies par des fermettes et reposant sur les membrures supérieure et inférieure de poutres à treillis placées dans la partie vitrée. Procédés et cadence de construction. Calculs. Économie du système. E. 17541.

CDU 725.382 : 693.55 : 690.24.

247-50. Détermination expérimentale des contraintes dans le « Dôme de la découverte » (Experimental stress determination on the « Dome of Discovery »). SMITH (B. G.); *Civ. Engng*, G.-B. (sep. 1951), vol. 46, n° 543, p. 675-677, 6 fig. — Données d'ensemble du Dôme de la Découverte construit pour le Festival de Grande-Bretagne. Charges appliquées à l'ouvrage. Mesure des contraintes par extensomètres mobiles : description des appareils. Positions des points de mesures. Ordre de grandeur des tensions mesurées. Degré d'exactitude des mesures. Contraintes accessoires dues à la charge du vent. Tableau des contraintes maxima relevées. E. 17436.

CDU 690.236 : 690.43 : 518.5.

Fac ÉLÉMENTS NON PORTEURS

Fac j Cloisons et remplissages. Panneaux.

248-50. Nécessité et construction de faux plafonds situés sous la couverture normale d'une toiture (Notwendigkeit und Konstruktion der unter einer gewöhnlichen Dachdeckung liegenden Unterdeckung). MERINSKY (J. K.); *Oesterr. Bauztg.*, Autr. (8 sep. 1951), n° 36, p. 12-15, 14 fig. — Considérations sur la pente optimum à donner aux toitures dans les régions alpêtres d'Autriche. Dangers d'infiltration sous la couverture de l'eau de fusion de la neige, qui résultent de la pente adoptée. Nécessité de l'isolation inférieure de la toiture contre la chaleur des pièces chauffées qu'elle recouvre. Construction du faux plafond isolant; matériaux utilisés : Eternit, Gefa, etc. Le travail de ces matériaux et leur mise en œuvre. Nécessité de réserver une ventilation entre couverture et faux plafond. E. 17199.

CDU 690.24 : 690.254 : 699.86 : 697.9.

**Fec OUVRAGES LIÉS DIRECTEMENT
A LA VIE DE L'HOMME**

Feb HABITATIONS

Feb j Conditions générales et dépendances.

249-50. Les boîtes à graisse dans les cuisines des restaurants et autres établissements. Los Angeles envisage leur suppression quasi-totale. *Journ. Bâtim.*, Fr. (1^{er} sep. 1951), n° 1270, p. 4, 3. — Rappel des prescriptions du code de plomberie américain relatives aux boîtes à graisse. Étude critique faite sur 184 installations de restaurants. Conclusions en faveur de leur suppression dans de nombreux cas. E. 17132.

CDU 696.1 : 643.4 : 728.5.

250-50. La Hollande construit. BECHMANN (R.); *Maison Fr.*, Fr. (juin 1951), n° 48, p. 3-8, 25 fig. — Caractères généraux de l'architecture hollandaise. Aménagement intérieur des habitations : dimensions, hauteurs d'étage, escaliers, confort, etc. Coût de la construction et prix des loyers. Procédés de construction. E. 17450.

CDU 728 : 643.4 : 711.

Feb l Habitations individuelles.

251-50. Un nouveau quartier indigène pour la ville de Witbank (A new native township for Witbank). HECTOR (A. R.), CALDERWOOD (D. M.); *Nation. Build. Res. Inst.*, Afr. S. (juin 1951), 7 p., 8 fig., 4 réf. bibl. (tiré à part de « South Afr. Archit. Rec. », vol. 36, n° 5). — Le problème consistait à construire un quartier s'étendant sur une superficie d'environ 117 ha à raison de douze habitations par hectare en n'utilisant que des bâtiments à un seul étage. Relevé topographique. Plan adopté. Types de maisons retenues. Considérations esthétiques. Prix de revient. E. 17167.

CDU 728.3 : 690.37 : 711.583.

Feb m Habitations collectives.

252-50. Maquette d'un gratte-ciel de vingt-six étages à Toulon (A 27-storey skyscraper at Toulon). *Architect*, G.-B. (27 sep. 1951), vol. 200, n° 4319, p. 350, 1 fig. — Maquette d'un gratte-ciel de vingt-six étages faisant partie du plan de reconstruction du quai Stalingrad à Toulon. Le bâtiment a une forme profilée pour mieux résister au mistral. Le rez-de-chaussée sera réservé au garage des voitures. Le premier sera constitué par des magasins, les cinq étages suivants serviront de bureaux administratifs; les autres étages seront divisés en appartements à l'exception des six derniers qui seront occupés par un hôtel. Le bâtiment est en cours de construction. E. 17542.

CDU 728.2 : 720.922.2.

253-50. Simplification des coffrages mis en œuvre pour la construction d'un immeuble à appartements (Formwork simplified for apartment house). *Engng News-Rec.*, U. S. A. (16 août 1951), vol. 147, n° 7, p. 35-36, 2 fig. — La technique spéciale-adoptée pour la construction d'un immeuble à appartements de quatorze étages à Philadelphie, a permis de réduire considérablement les dépenses de coffrage. L'ossature de l'immeuble est constituée par des piliers en ciment armé de dimensions constantes et les planchers sont du type à dalle unique. Détails de construction. E. 17141.

CDU 728.2 : 693.9 : 691.32 : 690.575

254-50. Grands bâtiments en briques à Bâle (Ziegel-Hochhäuser in Basel). *Ziegelindustrie*, All. (sep. 1951), n° 18, p. 588-590, 1 fig. — Description de trois immeubles à usage d'habitation, terminés en 1951 et occupés par 150 familles. Nouveau procédé de construction utilisé pour ces immeubles de treize étages, chiffre maximum économique, compte tenu des prescriptions réglementaires et de la hauteur de levage des appareils utilisés dans la construction. Avantages du confort de ces immeubles : installation frigorifique centrale, machines à laver et séchoirs, etc. Inconvénients que l'on reproche aux constructions élevées. Importance du choix des matériaux : avantages de la construction en briques. Caves et rez-de-chaussée exécutés en béton armé monolithique. Autres étages à murs porteurs en briques et planchers en béton. Caractéristiques diverses des maçonneries. E. 17411.

CDU 728.2 : 691.421 : 392.3.

Fec AUTRES OUVRAGES DESTINÉS A L'INDIVIDU

Fec j Santé et activité sociale.

255-50. Ravenel. L'hôpital psychiatrique départemental des Vosges. JACQUET (G.); *Tech. Hospit.*, Fr. (août-sep. 1951), n° 71-72, p. 39-73, nombr. fig. — Historique et description générale de l'hôpital de Ravenel. Dispositions et aménagements détaillés des divers services. Appareillage sanitaire. Services généraux et pharmacie. Zone administrative. Zone industrielle. Logements du personnel. E. 17593.

CDU 725.51 : 696.1.

256-50. Le Centre Suisse à Milan (Das Centro Svizzero in Mailand). MEILI (A.), ROMANO (G.); *Schweiz. Bauztg.*, Suisse (1^{er} sep. 1951), n° 35, p. 485-494, 27 fig., 3 fig. h. t. — Influence culturelle et économique des Suisses en Italie du Nord, et projet de construction d'un nouveau Centre Suisse après destruction de l'ancien pendant la guerre. L'avant-projet; emplacement choisi. La construction, fonction des diverses destinations du Centre. Dispositions d'ensemble. L'architecture, les matériaux, les installations. Chauffage et ventilation des bâtiments. Les ascenseurs. Les calculs statiques. E. 17152.

CDU 725.83.

Fec m Savoir.

257-50. Le pavillon de la grosse mécanique à la 29^e Foire de Milan (Il padiglione della meccanica pesante alla XXIX edizione della Fiera di Milano). COVRE (G.); *Cost. metall.*, Ital. (mai-juin 1951), n° 3, p. 21-27, 7 fig., 1 fig. h. t., 1 pl. h. t. — Particularités de construction et de calcul des cintres métalliques en arc unique de 100 m d'ouverture qui constituent la couverture du hall de la grosse mécanique à la foire de Milan. L'ouvrage récent de ciment armé sous-jacent pouvant présenter des tassements, les pieds n'ont pas été encastrés et on a utilisé le schéma de l'arc à deux charnières. La liaison des cintres et leur immobilisation dans leur plan ont été particulièrement étudiés; le réseau des membrures, réduit au schéma des tensions principales a permis une légèreté des structures à la fois esthétique et économique. Un problème particulier de dédoublement des cintres a été posé par la forme incurvée de l'édifice. Principes du calcul de dimensionnement des membrures et de déformation des cintres. Modalités du montage qui a été exceptionnellement rapide. E. 17111.

CDU 727.6 : 725.35 : 690.248 : 693.97.

Fec n Loisirs.

258-50. Le stade municipal de Rio de Janeiro (The municipal stadium, Rio de Janeiro). *Concr. Quarterly*, G.-B. (mai-juil. 1951), n° 11, p. 18-19, 2 fig. — Ce stade, le plus grand du monde, contient 125 000 spectateurs assis et 30 000 debout. De forme circulaire, il comporte un immense dais en éléments de béton creux supportés par des nervures et constituant un porte à faux de 30 m. E. 17337.

CDU 725.826.4 : 690.248 : 693.55.

259-50. Chauffage des piscines (Calefaction de piscinas). LAORDEN (J.); *Inform. Construcc.* (Inst. Techn. Constr. Cemento), Esp. (mai 1951), n° 31, p. 1/311.4-2/311.4, 2 fig., 3 réf. bibl. — Considérations sur l'aménagement des piscines couvertes pour éviter les condensations d'humidité par isolement ou réchauffage, des parois. Étude des températures optima pour l'eau et l'air ambiant et exposé des particularités de chauffage de l'eau et de l'atmosphère. E. 16759.

CDU 697.6 : 697.124 : 725.74.

260-50. Salle du Festival royal de la rive sud de la Tamise (The royal Festival hall : South Bank). *Festival Concr. Quarterly*, G.-B. (août-oct. 1951), n° 12, p. 16-21, 6 fig. — Description de la salle de Concert du Festival : sa situation; son aspect extérieur, son aménagement intérieur : entrées, foyers; sa construction; son acoustique. Fondations profondes nécessitées par le sous-sol; colonnes supportant l'auditorium; murs de celui-ci; la toiture creuse. Construction du balcon. Toutes les études ont considéré les conditions acoustiques. E. 17451.

CDU 725.81.

Fed OUVRAGES D'UTILITÉ PUBLIQUE

Fed la Alimentation en eau.

261-50. La maison sans eau. FEBVRE-DESORTES (M. A.); *Maison Fr.*, Fr. (juin 1951), n° 48, p. 33-37, 17 fig. — Solutions du problème de l'eau : eaux de citerne, de sources, de puits. Comment se procurer l'eau ? Quand, où et comment la répartir. E. 17450.

CDU 696.11 : 628.1.

262-50. La question des échanges entre les eaux fluviales et souterraines dans la région du Rhin (Zur Frage der Wechselbeziehung zwischen Fluss- und Grundwasser am Rhein). SCHÜTZ, BÜHLER (Von); *Wasserwirtschaft*, All. (sep. 1951), n° 12, p. 423-428, 6 fig., 7 réf. bibl. — Considérations sur la baisse constante des niveaux des eaux souterraines et la nécessité de remplacer progressivement le puisage des eaux souterraines par le puisage plus ou moins direct de l'eau des rivières. Relations entre eaux souterraines et rivières. Mesure des niveaux des eaux souterraines. Résultats de mesures comparées entre les niveaux du Rhin et les niveaux au même moment des eaux souterraines du voisinage. E. 17197. CDU 628.112 : 627.1.

263-50. Efficacité en service des tubes surpressés pour conduites forcées comparés aux tubes normaux (Efficienza in opera dei tubi surpressati per condotte forzate nei confronti di tubi normali). BELLOMETTI (U.); *Costr. Metall.*, Ital. (mars-avr. 1951), n° 2, p. 28-29, 1 fig. — En se plaçant dans les conditions réelles d'un tube en service qui fait partie d'une conduite à l'air libre ou enterrée, on démontre que, avec le même coefficient de sécurité, le tube surpressé ou autofretté peut supporter des pressions plus grandes qu'un tube normal. E. 17148. CDU 628.15 : 693.97.

Fed m

Hygiène publique.

264-50. Égouts publics. Épuration. III. DUBOSCH (Ch.); *Ann. Trav. Publ. Belg.*, Belg. (août 1951), n° 4, p. 637-666, 28 fig. (résumé flamand). — Étude de la décantation physique par bassins et puits de décantation ou de sédimentation, le calcul de ces organes, leur mode d'exploitation, le ruissellement par irrigation et arrosage. E. 17540. CDU 628.2/4.

265-50. Fosses septiques et désagrégation des ordures (Septic tank systems and garbage grinders). MCGHAN (F. W.); *Plumb. Heat. J.*, U. S. A. (sep. 1951), vol. 122, n° 12, p. 52-54, 57, 8 fig. — Recommandations de la H. H. F. A. pour le cas où les déchets des macérateurs à ordures sont rejetés dans les fosses septiques. Essais expérimentaux sur des fosses septiques recevant ces déchets. Addition de boues pour accélérer les essais. Analyse des échantillons prélevés. Comparaison entre les évacuations de matières solides en suspension; entre le rapport des matières volatiles aux matières solides et le total des matières solides ou les matières solides en suspension. Considérations sur les fosses septiques. E. 17458. CDU 628.35.

266-50. Égouts fermés ou à ciel ouvert? (Offene oder geschlossene Abwasserkanäle?). CARP (H.); *Gesundheitsingenieur*, All. (sep. 1951), n° 17-18, p. 302-306, 9 fig. — Historique de la question; principes considérés à l'origine. Point de vue technique: les affaissements du sol dans les pays miniers imposent les égouts à ciel ouvert, moins onéreux à réparer: exemples à l'appui. Hygiène et esthétique: l'expérience a montré que les égouts à ciel ouvert ne présentaient pas de danger pour la santé, contrairement à l'opinion primitive. Il est toutefois indispensable de maintenir les égouts en bon état. Au total, les égouts à ciel ouvert semblent plus avantageux. E. 17253. CDU 628.3.

Fed n

Génie rural.

267-50. Les études des réseaux d'irrigation. RE (R.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (sep. 1951), n° 208 (Questions générales, n° 12), p. 2-16, 19 fig. (résumé anglais). — Rôle prépondérant des études dans une entreprise d'irrigation. Recherche des éléments de base: périmètre à irriguer, caractères climatologiques, pédologiques et agronomiques. Études préliminaires par détermination d'une unité de débit: main d'eau ou module d'arrosage et d'une unité de surface: quartier, pour la conception d'un réseau économique. Utilisation d'un appareillage bien adapté. Exécution des réseaux: appareils et procédés de distribution. Tableau d'un programme d'étude comportant la recherche des éléments de base, études préliminaires et études du projet. E. 17539. CDU 631.6.

268-50. Station de pompage du barrage de Grand Coulee (État de Washington). I. (The Grand Coulee pumping plant, Coulee Dam, Washington. II). *Engineer*, G.-B. (21 sep. 1951), vol. 192, n° 4991, p. 354-358, 9 fig. — Le barrage de Grand Coulee est combiné avec une station de pompage destinée à irriguer d'immenses terrains extrêmement fertiles, mais inexploitable jusqu'à présent, faute d'eau. La station de pompage comportera 12 pompes géantes de 65 000 cv chacune, dont la première est entrée en service le 14 juin 1951. Description de la pompe. E. 17488. CDU 627.8 : 621.311.21 : 631.6.

269-50. Station de pompage du barrage de Grand Coulee (État de Washington). II (The Grand Coulee pumping plant, Coulee Dam, Washington. II). *Engineer*, G.-B. (28 sep. 1951), vol. 192, n° 4992, p. 386-390, 9 fig. — Les moteurs électriques fonctionnent sur courant triphasé à 60 périodes. Le poids énorme du rotor (160 t environ) a soulevé des problèmes délicats de démarrage. Le rotor a 5,5 m de diamètre; il comporte 36 bobinages périphériques pesant chacun 1 632 kg. Le stator est composé de 4 sections pesant chacune 23,6 t, environ et comporte 300 bobinages. Les moteurs sont raccordés aux turbines du barrage par des tubes en cuivre de 18 cm de diamètre environ. Description des différents éléments de la station de pompage. E. 17544. CDU 627.8 : 621.311.21.

270-50. Contrôle du système d'irrigation « Morganza » du Mississippi (Morganza floodway control structure Mississippi river). *Corps Engrs. U. S. Army, Waterw. Exper. Stat.*, Vicksburg, Miss. (août 1951), n° 2-328, vi-21 p., 19 fig., 2 fig. h. t., 32 pl. h. t. — Compte rendu d'essais effectués sur maquettes à l'échelle 1/20^e, 1/30^e et 1/16^e qui ont permis de déterminer le meilleur profil à donner aux déversoirs; de nombreux schémas accompagnés d'abaques donnent les rendements respectifs des différents profils envisagés. E. 17354. CDU 627.8 : 631.6 : 620.015.7.

Fi OUVRAGES INTÉRESSANT L'ACTIVITÉ DE L'HOMME

Fib OUVRAGES INDUSTRIELS ET COMMERCIAUX

Fib j

Production.

271-50. Vue d'ensemble sur l'étude et la réalisation d'une importante usine: Sollac. *Œuvres Maîtres Œuvre*, Fr., n° 19 (Plastique Architecturale, réalisations), n° 5, 19 p., nombr. fig. — Description des réalisations des usines Sollac à Ebange et Sérémange de la Société lorraine de Laminage Continu. Façades. Terrassements, fondations et drainages. Charpentes métalliques. Couverture en tôle avec isolement et étanchéité. E. 17178. CDU 725.4 : 693.97.

272-50. Usine d'Abbey près de Margam, Port Talbot, G. B. (Abbey works, Margam, Port Talbot, S. Wales). *J. R. I. B. A.*, G.-B. (sep. 1951), vol. 58, n° 11, p. 423-429, 28 fig. — Groupes de constructions destinées à la plus grande usine sidérurgique d'Europe pour ses fabrications continues de tôles d'acier. Reconstruction et aménagement de certains bâtiments de l'ancienne usine de Margam. Bâtiments administratifs et des Services Généraux: dispositions d'ensemble, dispersion des bâtiments. Bureaux, réfectoires, installation des horloges. La construction. Nombreux plans. E. 17459. CDU 725.4

Fib l

Stockage et vente.

273-50. Un nouveau silo à blé en béton à Hull (A new concrete silo at Hull). *Concr. Quarterly*, G. B. (mai-juil. 1951), n° 11, p. 29, 1 fig. — Ce silo, en béton armé a 53,85 m de long, 13,41 m de large et 48,76 m de hauteur. Il est divisé en 72 compartiments d'une capacité totale de 10 000 t. Il a été construit sur dalle reposant sur 600 pieux Franki. Commencé le 24 avril 1950, il était terminé le 11 mai. On a utilisé le système des coffrages glissants. L'ouvrage s'élevait en moyenne de 0,90 m par journée de 12 h. E. 17337. CDU 725.36 : 693.55.

Fib n

Retenue d'eau et production d'énergie.

Fib na

Hydraulique.

Fib naj

Barrages et digues.

274-50. Le rôle de la minéralogie dans la construction des barrages. CAILLERE (S.), KRAUT (F.); *Génie Civ.*, Fr. (15 sep. 1951), t. 128, n° 18, p. 345-347, 6 fig. — Exposé d'une étude minéralogique faite pour le barrage de l'Oued Djénjen (Algérie) qui repose sur des schistes marno-calcaires du crétacé moyen. Études microscopique, thermique, chimique. Tendance à la désagrégation. E. 17409. CDU 627.8 : 553.

275-50. Installation hydro-électrique sur le fleuve Sangro (Gli impianti idroelettrici sul fiume Sangro del consorzio idroelettrico del Sangro). *Energ. elettr.*, Ital. (août 1951), vol. 28, n° 8, p. 461-476, 32 fig. — L'ensemble de l'installation comprend trois réservoirs régulateurs, d'une capacité totale de 138 millions de mètres cubes et huit centrales dont six en série sur le Sangro et deux sur un affluent. Le barrage de Barrea a une hauteur totale

de 62,75 m. Plans et couples complets; mode de construction. Un ensemble très complet de plans et de coupes présente les divers ouvrages. La première centrale du système (celle du quatrième saut de Sangro) est en cours de construction, elle comporte trois groupes à axe horizontal composés chacun d'une double roue PELTON et d'une génératrice de 81 000 kVA. Tension 11 000 V, fréquence 50 périodes. E. 17457. CDU 627.8 : 621.311.21.

276-50. Les travaux préliminaires sont terminés et le remblaiement de 4 430 000 m³ a commencé à Cachuma (Preliminaries over, material begins to roll into 5,800,000-cu yd. fill at Cachuma). *West. Constr. U. S. A.* (août 1951), vol. 26, n° 8, p. 63-65, 4 fig. — Le barrage de Cachuma doit permettre de réaliser une retenue de 2 590 millions de mètres cubes d'eau. Ce sera un barrage en terre d'une hauteur de 62,83 m. Matériaux prévus pour ce barrage. Travaux d'excavation. Installation pour le classement des matériaux. Il y a lieu de signaler l'absence totale de parafoille, bien que le projet initial ait prévu un mur en béton. E. 17109. CDU 627.8 : 624.135.

Fib nal **Centrales.**

277-50. L'usine de Lavey du Service de l'Électricité de la ville de Lausanne (fin) (Das Kraftwerk Lavey an der Rhone). MEYSTRE (P.); *Hoch Tiefbau*, Suisse (1^{er} sep. 1951), n° 35, p. 297-301, 10 fig. (en français et en allemand). — Description de travaux de construction de l'usine de Lavey comportant en souterrain, une galerie, une chambre d'équilibre, un répartiteur, une chambre des vannes, une usine et à l'extérieur un canal de fuite. E. 17131. CDU 627.8 : 621.311.21 : 690.354.

Fib nam **Organes annexes. puits de décompression.**

278-50. Études sur modèle réduit pour le déversoir du barrage Philpott, Smith River, Virginia. *Ann. Trav. Publ., Belg.*, Belg. (août 1951), n° 4, p. 731-735, 4 fig., 1 réf. bibl. (résumé flamand). — Le barrage de Philpott, en béton comporte un déversoir fixe pour lequel on a recherché une solution qui assure une bonne dissipation de l'énergie pour les petits et moyens débits et des conditions de sécurité suffisantes pour les grands débits. Description des essais et conclusions. E. 17540. CDU 627.8 : 620.015.7.

279-50. Essais sur modèle réduit. Conduites et vannes Howell-Bunger. Barrage de Narrows, Petit Missouri, Arkansas (Conduits and HOWELL-BUNGER valves. Narrows dam, Little Missouri river, Arkansas). *Corps Engrs., U. S. Army, Waterw. Exper. Stat.*, Vicksburg, Miss. (juil. 1951), T. M. n° 2-294, 17 p., 14 fig., 25 fig. h. t. — Ces essais de modèle réduit avaient pour objet d'étudier le fonctionnement global des conduites et des vannes HOWELL-BUNGER de 2,13 m destinées à régler l'écoulement des eaux à la sortie du barrage de Narrows. Les essais ont été effectués sur un modèle réduit au 1/16^e. Description du modèle. Essais effectués, résultats enregistrés. Étude de l'influence d'une hotte placée sur les vannes. E. 17119. CDU 627.8 : 621.6 : 620.015.7.

280-50. Emploi d'un équipement spécial pour les réparations de l'évacuateur de crues au barrage de Grand Coulee (Use of special equipment for spillway repairs of Grand Coulee). BURROWS (G. R.); *West. Constr. U. S. A.* (août 1951), vol. 26, n° 8, p. 69-71, 129, 5 fig. — Le béton de l'évacuateur de crues du barrage de Grand Coulee a subi des dommages par l'érosion. Les réparations ont été effectuées à l'aide d'un caisson flottant utilisé pour mettre hors d'eau les parties de l'ouvrage placées au-dessous du niveau aval. Description du caisson flottant et méthode d'utilisation. E. 17109. CDU 627.8 : 690.593.

281-50. L'étude sur modèles facilite le travail des projecteurs du canal de décharge du barrage de Lynan Run (Model study aids designers of spillway for Lynan Run dam). JORISSEN (A. L.), DUTTON (V. L.); *Civ. Engng., U. S. A.* (sep. 1951), vol. 21, n° 9, p. 34-35, 5 fig. — Description sommaire du barrage; dimensions du canal de décharge. Étude des conditions d'écoulement de l'eau sur modèle réduit, à partir d'une section approchée. Construction du modèle. Essais effectués sous différents débits de décharge; critique des dimensions du premier modèle. Exécution d'un second modèle mieux adapté; nouveaux essais. Rappel des conditions réalisées dans le modèle définitif. E. 17496. CDU 627.8 : 626.1 : 620.015.7.

Fib ne **Énergie thermique.**

282-50. Soubassement et réservoirs à mazout d'une centrale électrique (Substructure and oil store at electricity works). *Concr. Constr. Engng., G.-B.* (sep. 1951), vol. 46, n° 9, p. 263-268,

5 fig. — Les soubassements de la nouvelle centrale électrique de Bankside, près de Londres, sont entièrement en béton armé. Les chaudières étant chauffées au mazout, on a construit trois réservoirs cylindriques en tôle de 4 500 t chacun, encastrés dans des alvéoles en béton armé. La plupart des coffrages étaient en acier et le béton a été mis en œuvre à la pompe. Détails de construction. E. 17367. CDU 621.4 : 621.642 : 691.71.

Fid **VOIES DE COMMUNICATION
ET TRAVAUX A LA MER**

Fid j **Voies terrestres.**

Fid ja **Voies routières.**

283-50. Procédés américains de construction des routes. MACLOU (L.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (sep. 1951), n° 206 (Travaux publics, n° 13), p. 2-12, 15 fig.; *Influence du machinisme dans la productivité américaine*. MACHAT (J. A.); p. 13-22, 15 fig. (résumés anglais). — M. MACLOU, après des indications sur la composition et l'état du réseau routier américain, décrit les méthodes de construction les plus usitées. Pour la route en béton, composition et application des mélanges; pour la route à revêtement souple, étude des projets, composition de la route, mise en œuvre des matériaux. Précisions sur le classement des sols, détermination des épaisseurs de chaussées, composition des mélanges, stabilisation des sols et essais d'application de ces méthodes faits en France. M. MACHAT montre ensuite le climat de la productivité américaine et quel est l'équipement de l'entreprise aux États-Unis, les possibilités d'achat de l'entrepreneur, le rôle du constructeur, les tendances et l'emploi du matériel et enfin les méthodes américaines de direction de chantier. E. 17539. CDU 625.7/8.

284-50. Rapport sur une mission en Afrique Noire (mai-juin 1950). BONNENFANT (J. L.), PELTIER (R.); *Bur. Central Études pour Équipements Outre-Mer* (Serv. routes), Fr. (avr. 1951), 177 p., nombr. fig. — Rapport exposant l'extrême diversité des problèmes routiers en Afrique Noire et leurs difficultés, les problèmes relatifs à la plate-forme et ceux relatifs aux chaussées. E. 17334. CDU 625.7/8 (6).

285-50. Recommandations du Comité Technique créé pour l'étude générale des routes économiques. *Bur. Central Études pour Équipements Outre-Mer* (Serv. routes), Fr. (avr. 1951), 49 p., 32 fig. — Directives complétant les prescriptions en vigueur et relatives à la conception technique et économique; aux tracés; à l'emprise et la réglementation domaniale; à la plate-forme, à la route en terre, aux autres types de chaussées; aux problèmes relatifs aux liants hydrocarbonés, aux carrières, aux accessoires de la route. E. 17333. CDU 625.7/8 : 625.85 : 691.161 : 690.031.

286-50. La construction moderne des routes (Der neuzeitliche Strassenbau). NEUMANN (E.). Ed.: Springer, Berlin All. (1951), 3^e édit., 1 vol., xv + 445 p., 330 fig., 246 réf. bibl. D. M. 42. — Voir analyse détaillée B-512 au chapitre II « Bibliographie » de la D. T. 49. — E. 17076. CDU 625.7/8 (02).

287-50. Problèmes actuels de la construction des voies publiques, particulièrement des voies urbaines en tenant compte des enseignements de visites hors d'Allemagne (à suivre) (Aktuelle Probleme des Strassenbaues, insbesondere Stadtstrassen betreffend, unter Berücksichtigung von Besichtigungen im Ausland). OBERBACH (J.); *Bitum.-Teere.-Asph.-Pech ver.-Stoffe*, All. (août 1951), n° 8, p. 195-199, 9 fig. — Différence entre voies urbaines et voies rurales. Infrastructure; son épaisseur; sa réalisation. Infrastructure composée uniquement de ballast. Infrastructure en béton de ciment. Tapis de roulement; exigences des véhicules motorisés; adhérence et rugosité; adaptation du revêtement au trafic. Construction des voies publiques dans les agglomérations: modes de construction. E. 17163. CDU 625.7/8.

288-50. Questions actuelles au sujet de la construction de routes (Gegenwartsfragen des Strassenbaues). KAYSER (J.); *Strassen Tiefbau*, All. (août 1951), n° 8, p. 203-206. — Position du problème de la route. Perturbations apportées aux réseaux routiers par la guerre et ses suites. Conditions actuelles régissant les routes. Réseau pour grand trafic et routes de campagne. Réseau international. Exécution des travaux. Signalisation. Les bonnes routes. Soins à donner aux routes en hiver. Le trafic. Particularités des véhicules, exigences de la route. La route et le rail. Financement des routes. Construction de routes dans le Nord-Ouest de la Westphalie. Collaboration des usagers de la route et des constructeurs. E. 17247. CDU 625.7/8 : 690.031.

289-50. **La courbe de raccordement dans la construction des routes** (Der Übergangsbogen im Strassenbau). KREBS (G.); *Bau technik*, All. (sep. 1951), n° 9, p. 207-212, 7 fig. — Exemples d'application de formules établies dans le n° 6 (1950) de Die Bautechnik, Tableaux de valeurs permettant un calcul rapide. Cas fondamental : courbe principale de grand rayon à raccorder avec deux tronçons droits. Cas où l'angle au centre est minimum. Croisement d'auto-roues. Virage de route de montagne. Raccordement entre deux arcs de cercle. Virage en Z. E. 17255.

CDU 625.7/8 : 526.9.

290-50. **Traçage moderne des routes et des autoroutes** (Neuzeitliche Trassierung von Strassen und Autobahnen). LORENZ (H.); *Bauwirtschaft*, All. (5 sep. 1951), n° 36-37, p. 9-12, 9 fig. — Revue des principes du traçage des routes : emploi des courbes de raccordement, leur importance. Étude dans trois dimensions du tracé de l'axe et des variations de la surface de roulement. Directives de principe et idées présidant au traçage moderne des routes : importance des poids lourds, rythme du trafic, études économiques relatives au trafic. Incorporation de la route dans le paysage : étude perspective des routes et des ponts : le « perspectographe ». Données météorologiques nécessaires à l'élaboration du tracé des routes. E. 17196.

CDU 625.7/8 : 526.9.

291-50. **Obtention de la rugosité de la surface des pavages** (Ueber das Aufrauen von Pflasterdecken). WREDEN; *Bauwirtschaft*, All. (5 sep. 1951), n° 36-37, p. 23-26, 4 fig. — Les congrès de la route à Hanovre ont étudié la question sur des tronçons d'essais de la route Hanovre-Nienburg; les deux groupes d'essais effectués : rugosité des joints, rugosité de la surface obtenue par brûlage. Procédé de brûlage; conditions atmosphériques nécessaires pour l'obtention du résultat cherché; préparation de la surface avant brûlage. Divers combustibles utilisés, leur efficacité comparée. E. 17196.

CDU 625.88 : 625.746.

292-50. **Durabilité des revêtements de chaussées et de pistes d'envol en béton de ciment. Facteurs qui l'influencent. Moyens de l'augmenter.** DURIEZ (M.); *Rev. Gén. Routes Aérodr.*, Fr. (juin 1951), n° 233, p. 43-45. — Causes de la ruine des revêtements. Rupture par fragilité due au vieillissement, rupture par fatigue, destruction par corrosion ou altération physico-chimique, dégradation par l'eau sulfatée. Remèdes possibles : compacité du béton, ciment de laitier, entraîneurs d'air, plastifiants. E. 17389.

CDU 625.84 : 693.54 : 629.139.1.

293-50. **Les travaux de bétonnage de l'autoroute Bruxelles-Ostende.** *Rev. Gén. Routes Aérodr.*, Fr. (juin 1951), n° 233, p. 46-47, 10 fig. — Reproduction d'une documentation photographique du Ministère des Travaux Publics de Belgique et montrant les diverses phases de l'exécution du revêtement bétonné de l'autoroute Bruxelles-Ostende. E. 17389.

CDU 625.84 : 693.54.

294-50. **Entretien des joints dans les routes en béton** (Maintenance of joints in concrete roads). *Engineering*, G.-B. (21 sep. 1951), vol. 172, n° 4469, p. 368, 4 fig. — Machines mises au point pour nettoyer et recharger ces joints : machine à re-surfacier; nettoyeuse rotative; poste à jet d'air et à pompe; réchauffeur; contrôle par thermostat pour la préparation de la garniture du joint. Leur description, leur utilisation. E. 17497.

CDU 625.84 : 693.54 : 688.5.

295-50. **Enseignements d'une visite de routes en béton en Allemagne du Sud** (Lehren einer Betonstrassenbesichtigung in Süddeutschland). STREIT (D.); *Bauwirtschaft*, All. (5 sep. 1951), n° 36-37, p. 12-15, 12 fig. — Rapport de visite de routes dans la région de Munich, Stuttgart et Francfort. Enseignements à tirer et question à étudier. Vérification de l'exactitude des directives de principe données dans certains ouvrages traitant de la question de la construction des routes en béton. Disposition et constitution des joints. Influence du sous-sol. L'entretien des routes. Pose de dalles de roulement en béton; relevage des dalles affaissées. Qualité requise pour le béton. E. 17196.

CDU 625.84 : 693.54.

296-50. **Chaussées de béton à armature continue** (Pavimentos de hormigon con armadura continua). *Cemento Portland*, Argent. (juin 1951), n° 24, p. 1-5, 8 fig., 1 réf. bibl. — Suppression des joints et des déformations par l'emploi d'une chaussée en ciment dans laquelle on incorpore une armature d'acier longitudinale et continue qui a pour effet de répartir les crevasses en une multitude de fissures pratiquement fermées. Expériences effectuées aux États-Unis sur des plaques de grande longueur. Section minima de l'armature. Avantages de tels revêtements. Expériences en projet dans la province de Buenos-Aires. E. 17335.

CDU 625.84 : 693.54 : 691.328.

297-50. **Revêtements superficiels de béton** (Capas superficiales de hormigon). *Cemento Portland*, Argent. (juin 1951),

n° 24, p. 16-20, 8 fig., 1 réf. bibl. — Reconditionnement des surfaces détériorées de chaussées en béton par l'emploi de béton à base de ciment Portland. Description d'applications du procédé aux États-Unis sur des voies urbaines et rurales. Formule donnant l'épaisseur de la couche de recouvrement. Emplacement des joints. Modalités de mise en place sur la base existante. Simplicité du procédé. E. 17335.

CDU 625.84 : 693.54.

298-50. **Macadam avec revêtements. Emplois et abus de ces sortes de surfaces** (Coated macadam. Some of its uses and abuses). LYDDON (A. J.); *Contract. Rec. Publ. Works Engr.*, G.-B. (sep. 1951), vol. 3, n° 3, p. 17, 19, 22. — Il s'agit ici des surfaces pour routes définies par les normes britanniques 802-1242, 1261 et 1690 : macadams au goudron et revêtements au goudron; macadams au goudron pour trottoirs, terrains de jeux, etc.; macadams au bitume. Asphalte fine à froid. Exemples d'emplois judicieux et abusifs en Angleterre. E. 17267.

CDU 625.85 : 691.161.

299-50. **Dommages causés aux routes par la combustion du goudron** (Deckenschäden durch Teerverbrennungen). MÜLLER (H. E.); *Strassen-Tiefbau*, All. (août 1951), n° 8, p. 228-231, 10 fig. — Compte rendu d'essais effectués sur des échantillons prélevés sur la même route, dans les parties détériorées et dans les parties paraissant saines, et à la suite desquels il a été prouvé que le liant avait été brûlé dans les parties détériorées et que lui permettait plus d'assurer la liaison des graviers. E. 17247.

CDU 625.85 : 691.161 : 625.746.

300-50. **Quelques renseignements nouveaux sur la construction de routes à l'aide de produits bitumineux** (Einige neuere Erkenntnisse im bituminösen Strassenbau). CRANTZ (D.); *Bauwirtschaft*, All. (5 sep. 1951), n° 36-37, p. 16-18, 7 fig. — Capacité d'adaptation des modes de construction utilisant les produits bitumineux. Influence du sous-sol. Ce que l'on exige des caractéristiques du sous-sol. Tapis de roulement et sécurité de route. E. 17196.

CDU 625.85 : 691.161 : 625.746.

301-50. **Revêtements de route en asphalte et caoutchouc** (Pavimentazioni in asfalto gommato). *Corr. Costr.*, Ital. (30 août 1951), n° 35, p. 6, 4 fig. — Des essais faits à Florence avec un mélange bitumineux contenant du caoutchouc ont donné de bons résultats. Le mélange donne un revêtement plus durable et il est même moins coûteux; en outre, les variations de température se font moins sentir. Le produit est dénommé « Bitumgom ». Des essais satisfaisants ont été faits dans d'autres villes : Pistoia, Milan, Montecatini, Foiano et sur la route du Brenner. E. 17571.

CDU 625.85 : 691.161 : 691.17.

302-50. **Bitume ou ciment pour le revêtement des routes de la zone alpine et préalpine?** (Bitume o cemento nelle pavimentazioni stradali delle zone alpine e prealpine?). POLT (A.); *Industr. Ital. Cemento*, Ital. (août 1951), n° 8, p. 187-190, 4 fig., 2 réf. bibl. — Les abondantes chutes de neige du dernier hiver ont mis en évidence l'usure en montagne des revêtements bitumineux qui se montrent très sensibles aux alternatives répétées de gel et de dégel et au passage des véhicules à chaînes; la période de mise en place possible est brève et souvent défavorable par son humidité. Un essai limité de macadam cimenté montre une meilleure résistance à l'usure et aux agents atmosphériques, la période de mise en place possible est plus longue et plutôt favorisée par l'humidité. Il semble, avec les perfectionnements prévisibles que la durée du revêtement de ciment compense largement son prix de revient plus élevé. E. 17150.

CDU 625.85 : 691.161.

303-50. **Les travaux d'aménagement de la sortie Nord de Marseille.** SCHUHL (A.); *Rev. Gén. Routes Aérodr.*, Fr. (juin 1951), n° 233, p. 21-27, 17 fig. — Travaux de l'autoroute Nord de Marseille. Caractéristiques de la nouvelle voie. Ouvrages de raccordement. Ouvrages d'art. Chaussées. Résultats obtenus. E. 17389.

CDU 625.7/8.

304-50. **Le réseau de « Freeway » de Los Angeles** (The Los Angeles « Freeway » road system). *Engineering*, G.-B. (17 août 1951), vol. 172, n° 4464, p. 196-199, 6 fig. — (« Freeway » s'entend d'une route sur laquelle les propriétaires des terrains adjacents n'ont pas le privilège d'accès à leurs terrains. C'est une grand'route sans servitude de riverains — ce qui est le cas de nos autoroutes. Le terme « freeway » s'applique particulièrement aux zones urbaines et suburbaines.) Description du réseau routier existant et de ses extensions futures. Parmi les ouvrages les plus marquants de ce réseau on peut citer le passage central à quatre niveaux différents, le pont de l'Arroyo Seco comportant 6 voies de circulation et d'une longueur totale de 416 m, en béton armé. Description de ces ouvrages. E. 17116.

CDU 625.7/8 : 624.27 : 693.55.

305-50. Spécifications des bandes routières blanches en matière plastique (Specifications for plastic white lines). *Depari. Sci. Industr. Res.*, G.-B. (9 août 1951), 1 p. — Les bandes blanches appliquées sous forme de peinture sur les grandes routes devaient être refaites très fréquemment par des équipes de peintres qui étaient ainsi exposés à un danger permanent. Le remplacement de la peinture par des bandes en matière plastique représente des frais de premier établissement plus élevés, mais la durée et la résistance de ce matériau suppriment pratiquement tout entretien et font qu'à la longue ce système est beaucoup plus économique. E. 17355. CDU 625.746 : 678.7.

306-50. Du parc à voitures au garage (From park to parking garage). GREEN (R. J.); *Excav. Engr.*, U. S. A. (août 1951), vol. 45, n° 8, p. 20-25, 55, 14 fig. — Le garage de Pershing Square, à Los Angeles a été prévu pour un total de deux mille voitures réparties en trois étages. Ces trois étages sont d'ailleurs disposés au-dessous du niveau du sol. De ce fait, les travaux d'excavation constituaient une partie très importante de l'ensemble et on a eu recours, pour leur exécution à des méthodes à haut rendement. Description de ces travaux et du matériel utilisé. E. 17110. CDU 725.382 : 690.354.

307-50. Les installations de ventilation et de chauffage à l'air chaud dans la reconstruction du garage des trolleybus et autobus de la ville de Saint-Gall (Die Ventilations und Luftheizungs-Anlagen im Neubau Trolleybus und Autobushalle der Stadt St.-Gallen). RICKENBACH (H.); *Installation*, Suisse, (août 1951), n° 4, p. 128-133, 10 fig. — Disposition en cinq groupes des installations de ventilation et d'air chaud; dimensions des locaux; canalisations d'air; dispositifs de chauffage de l'air. Ventilation et chauffage du garage des autobus au rez-de-chaussée; ventilation de la salle de peinture au pistolet; ventilation et chauffage des salles de lavage; installation d'aspiration des gaz d'échappement. E. 17127. CDU 725.382 : 697.5 : 697.9.

Fid ji Voies ferrées.

308-50. Amélioration des fondations de voie ferrée sur sol de faible résistance (Verbetering van spoorbanen op slappe grond). NIE (F. C. de); *Bouw*, Pays-Bas (25 août 1951), n° 34, p. 574-578, 8 fig. — La construction de fondations de voie ferrée sur sol de faible résistance (tourbe) a soulevé de nouveaux problèmes en raison de l'accroissement du poids et de la vitesse du matériel roulant. L'adoption de fondations sur pieux battus jusqu'au sol résistant était efficace mais coûteuse. Des essais effectués avec un lit de sable en forme de gouttière, débordant légèrement de part et d'autre de la voie ferrée et sur lequel était étalé le ballast, a donné de très bons résultats. On empêchait éventuellement tout glissement latéral en battant des pieux de faible longueur le long du lit de sable. E. 17115. CDU 625.141 : 624.154 : 624.131.2.

Fid l Ouvrages communs pour la navigation.

Fid la Ports.

309-50. Reconstruction et prolongement de la voie de déchargement à List en Sylt (Wiederherstellung und Verlängerung der Ablaufbahn bei List auf Sylt). SCHEIBE (E.); *Bau-technik*, All. (sep. 1951), n° 9, p. 203-207, 13 fig. — Travail particulièrement délicat par suite du très court délai disponible et des conditions atmosphériques défavorables. Description de l'ouvrage existant et des dommages subis; conditions posées par sa reconstruction. Solution adoptée. Conduite des travaux et difficultés dues aux tempêtes. Etablissement des batardeaux; pompage; infiltrations d'eau en fond de fouille. Durée des travaux; personnel utilisé. E. 17255. CDU 627.3 : 624.15.

Fid le Voies navigables.

310-50. Écluses à grande dénivellation pour la navigation (High lift navigation locks). GRIMM (C. I.), MACKENZIE (R. E.); *Dock Harbour Author.*, G.-B. (sep. 1951), vol. 32, n° 371, p. 149-154, 6 fig. — On a récemment construit aux États-Unis des écluses de navigation présentant des dénivellations importantes (13,40 à 21,35 m). Étude des problèmes posés par la construction de ces écluses : emplacement, fondations, types de parois utilisées, problèmes hydrauliques, exécution des travaux, étude du mécanisme, consommation d'eau, fonctionnement. Description de plusieurs écluses à grande dénivellation. E. 17155. CDU 626.41.

311-50. L'importance du développement industriel de la rivière Monongahela a entraîné la construction de fondations extrêmement résistantes pour l'écluse n° 2 (Heavy industrial

development dictates tough construction site for Monongahela locks n° 2). BAUKNIGHT (W.); *Civ. Engng.*, U. S. A. (sep. 1951), vol. 21, n° 9, p. 36-41, 12 fig. — Considérations générales sur l'aménagement de la rivière depuis son embouchure et sur les anciens ouvrages qu'il s'agissait de remplacer. Détermination du nouvel emplacement de l'écluse. Difficultés causées par les crues d'un affluent de la rivière. Construction des batardeaux et des caissons. Normes standard utilisées dans le projet. Compensation de la réduction de la section passage du courant due aux nouveaux ouvrages. E. 17496. CDU 626.41 : 627.1.

312-50. Abaissement de deux seuils de l'écluse de l'Est au canal Van Starkenborgh près de Groningen (Verdieping van twee dorpels van de Oostersluis in het Van Starkenborghkanaal bij Groningen). STELLING (P.), VAN DER VEEN (J.); *Ingenieur*, Pays-Bas (10 août 1951), n° 32, p. B.107-B.111, 7 fig. — Description générale des deux écluses du canal Lemmer-Groningen. Méthode employée pour l'abaissement de deux seuils de l'écluse de l'Est et l'établissement d'une joue au bas des deux portes roulantes. E. 17019. CDU 626.42.

313-50. Perfectionnement des ouvertures et portes coulissantes au point de vue de leur étanchéité avec leur bâti (De ontwikkeling van stuw-en andere schuiven, in hoofdzaak ten aanzien van de waterdichte aansluiting op het vaste gedeelte van het bouwwerk). JITTA (J. P. J.); *Ingenieur*, Pays-Bas (14 sep. 1951), n° 37, p. B.127-B.134, 13 fig. — Le principal avantage des ouvertures et portes coulissantes d'écluse est d'assurer une fermeture étanche, mais elles nécessitent plus de puissance que les portes et fermetures roulantes. Par contre, l'étanchéité de ces dernières est médiocre. Description du système de fermeture « Tainter » qui combine les avantages de ces deux procédés : étanchéité et faible consommation d'énergie. E. 17379. CDU 626.42.

Fid li Bateaux et ouvrages les intéressant directement.

314-50. Nouveau mur de quai de Lambeth (The new river wall, Lambeth). *Festival Concr. Quarterly*, G.-B. (août-oct. 1951), n° 12, p. 22-25, 3 fig. — Ce nouveau mur répond à deux objectifs : réaliser une agréable promenade pour le Festival et s'intégrer dans les projets d'urbanisme de la ville de Londres. Données générales sur le mur; sa construction : béton massif revêtu de granit; ses dimensions; joints de dilatation. Le béton et ses composants; les coffrages en bois. Les projeteurs, architectes et entrepreneurs. E. 17451. CDU 627.3.

Fid n Navigation maritime.

315-50. Les ingénieurs de la protection côtière s'efforcent de surpasser la nature sur la péninsule de « Presque Isle » (Beach protection engineers attempt to outwit nature at Presque Isle peninsula). FORNEY (F. H.), LYNDE (G. A.); *Civ. Engng.*, U. S. A. (sep. 1951), vol. 21, n° 9, p. 28-31, 9 fig. — Difficultés rencontrées dans la protection des rivages des Grands Lacs. Cas particulier de la « Presque Isle » du lac Érié : projet de port protégé par la presqu'île. Rupture répétée du pécunule reliant la presqu'île à la terre; contrôle de l'érosion. La création de courants dirigés supplée au défaut de matériel pour apporter le sable nécessaire à la construction. E. 17496. CDU 627.3 : 624.131.4.

316-50. Une nouvelle technique de construction des jetées. *Trav. Publ. Bâtim.*, Afr. N. (8 sep. 1951), n° 2086, p. 1-6. — Procédé projeté pour la reconstruction d'une jetée incendiée à New-York. Emploi de trois caissons étanches en ciment armé prenant appui sur un lit de gravier. Détails d'exécution. E. 17273. CDU 627.3 : 624.157 : 693.55.

317-50. Étude du renforcement des talus de protection de la jetée Nord de la base navale de Mers-el-Kébir. GIROD (H.); *Travaux*, Fr. (oct. 1951), n° 204, p. 559-566, 30 fig. — Comportement à la lame de la jetée nord de Mers-el-Kébir. Étude du renforcement. Description des essais exécutés sur modèle réduit. Réalisation pratique du nouveau profil adopté. E. 17541. CDU 627.3 : 620.015.7 : 690.593.2.

Fid p Aérodromes. Bases d'hydravions.

318-50. Recouvrement des revêtements rigides (The overlay of rigid pavements). PHILIPPE (R. R.), CHRISTIANSEN (C. H.); *Highw. Res. Board* (Nation. Res. Coun.), U. S. A. (1950), vol. 30, p. 96-107, 9 fig. (XXX^e Congrès annuel, 9-12 jan. 1951). — Recherche des meilleures méthodes pour accroître la résistance des pistes d'envol exécutées pendant la dernière guerre et qui ne sont plus suffisantes. Essais effectués sous trafic normal en

Floride et en Ohio. Description de la méthode des essais et des recouvrements utilisés souples et rigides. Les recouvrements souples sont ceux qui ont montré la plus grande qualité. E. 17654. CDU 629.139.1 : 625.85 : 691.161 (061.3).

319-50. **L'aérodrome de Fort-de-France.** *Bull. Liaison Document. Secrét. gén. Aviat. civ. comm.* (Minist. Trav. Publ. Transp. Tourisme), Fr., (mai-juin 1951), n° 56, p. 34-36, 1 fig. — Description de l'aérodrome de Fort-de-France. Caractéristiques des ouvrages. Exécution des travaux. E. 17134. CDU 629.

Fif OUVRAGES D'ART

Fif j Souterrains.

320-50. **Vue d'ensemble sur la construction d'un tunnel de chemin de fer en Argentine** (The survey and construction of an Argentine railway tunnel). DIAZ (E. C.); *Civ. Engng.*, G.-B. (sep. 1951), vol. 46, n° 543, p. 681-682, 680, 4 fig. — Tunnel de 2 km en construction entre Superi et La Cocha. Implantation de l'ouvrage. Tracé en fonction des appareils d'excavation envisagés. Nature des terrains entraînant celle des matériels. Exécution de la triangulation et du tracé axial. Attention spéciale apportée au revêtement du tunnel. Choix du procédé de percement. Dimensions de la section du tunnel. Installations de chantier. Postes de production d'air comprimé. Évacuation des déblais. E. 17436. CDU 624.19 : 625.1 : 621.51.

321-50. **Le nouveau passage inférieur pour piétons de la place du Dôme à Milan** (Il nuovo sottopassaggio pedonale costruito in piazza Duomo a Milano). *Corr. Costr.*, Ital. (13 sep. 1951), n° 37, p. 6, 5 fig. — Passage souterrain en croix à deux branches inégales de 65 et 40 m, avec rotonde centrale de 9 m de diamètre. Les escaliers d'accès ont respectivement 2 m, 2,20 m, 2,70 m et 3 m. La couverture est en béton armé. Détails de l'armature de la rotonde. E. 17425. CDU 625.7/8 : 624.19 : 690.354.

Fif m Ponts.

322-50. **La construction de ponts des chemins de fer fédéraux allemands en 1950 (suite)** (Der Brückenbau der Deutschen Bundesbahn im Jahre 1950). ERNST (E.); *Bautechnik*, All. (mai 1951), n° 5, p. 101-106, 15 fig. — Viaduc sur le Beketal près d'Altenbeken. Pont sur la Weser près de Porta. Pont-rail sur la Lesum à Brême. Pont d'Elsfleth. Pont-rail sur l'Aller à Verden. Passage en dessous de la route de Hanovre à Hildesheim. Pont-rail sur le Rhin à Cologne-Sud; sur le Rhin à Duisbourg. Pont de Friedrich-Wilhelms-Hütte. Pont de Buisdorf. Passage inférieur d'Eigelstein à Cologne. Ponts sur le Main près de Heidingsfeld et de Kitzingen. Chacun de ces travaux est décrit en détail, et dans le cas de reconstruction, on expose l'état des ouvrages avant réfection. E. 17404. CDU 624.2/8 : 625.1.

Fif maj Ponts-poutres.

323-50. **Les ponts-rails soudés de la région Nord de la S. N. C. F.** WIDMAN (P.); *Soud. Tech. Conn.*, Fr. (juil.-août 1951), vol. 5, n° 7-8, p. 166-176, 16 fig. — Étude du développement des ponts-rails soudés et description de dix ponts à âme pleine et un à treillis. Bonne tenue de ces ouvrages et de leur peinture. Discussion. E. 17133. CDU 624.27 : 625.1 : 621.791.

324-50. **Le nouveau pont de Suresnes, sur la Seine.** *Génie Civ.*, Fr. (15 sep. 1951), t. 128, n° 18, p. 341-344, 13 fig. — Pont en béton armé en Cantilever comportant une travée centrale de 79 m et deux travées de rive de 39,5 m. La travée centrale comprend une travée indépendante de 30 m de longueur. Dix poutres métalliques à treillis soudées sont enrobées de béton pour constituer les travées de rive et les consoles. La travée indépendante centrale est en acier rivé avec hourdis et voiles de parement en béton. Mode d'exécution des travaux. E. 17409. CDU 624.27 : 693.55 : 693.97.

Fif mal Ponts-arcs.

325-50. **Le viaduc de Lessart.** CARPENTIER (L.); *Travaux*, Fr. (oct. 1951), n° 204, p. 543-558, 21 fig. — Le nouveau viaduc de Lessart est un arc en béton de 84,74 m de portée et 29,36 m de montée construit en trois rouleaux sur cintre en bois monté par rabatement de chaque moitié. Méthode de calcul de l'arc, étude théorique des effets du retrait différentiel des rouleaux, mesures de déformation dans l'arc par appareils COYNE, effet du matage et du clavage de l'arc, puis les procédés de décintrement et de compensation. En conclusion, on met en évidence et

on commente les différences constatées entre les résultats des calculs et les mesures. E. 17541. CDU 624.6 : 693.55 : 518.5.

326-50. **Pont-route de forme complexe** (Freeway arches have complex design). DARBY (C. H.); BARKER (R. S.); *Engng. News. Rec.*, U. S. A. (9 août 1951), vol. 147, n° 6, p. 40-42, 4 fig. — Le pont de Pasadena, actuellement en cours de construction, en Californie, devait en raison de la configuration du terrain et des nécessités d'utilisation satisfaire à plusieurs conditions particulières. Il en est résulté que les nervures des cintres ont dû être prévues asymétriques, qu'une partie des dalles ont dû être surélevées et en porte-à-faux et que les piles ont dû être soumises à des efforts inhabituels. Description de l'ouvrage et précautions prises. E. 17122. CDU 624.6 : 625.731 : 693.55.

327-50. **La reconstruction du viaduc ferroviaire près d'Isernia** (La ricostruzione del viadotto ferroviario presso Isernia). GUIDI (C. C.); *G. Genio civ.*, Ital. (juin 1951), n° 6, p. 405-410, 5 fig. — Description de l'arche en ciment armé avec tablier supérieur remplaçant la travée métallique détruite pendant la guerre. Caractéristiques de l'ouvrage. Calcul du pont. Montage de l'échafaudage. Technique d'exécution. Résultats des épreuves en charge. E. 17342. CDU 624.6 : 693.55.

Fif mam Ponts suspendus.

328-50. **Montage de la construction métallique du pont sur le Rhin, de Cologne (suite)** (Montage der Stahlkonstruktion der Rheinbrücke Köln-Rodenkirchen). NICKEL (E.); *Stahlbau*, All. (sep. 1951), n° 9, p. 109-116, 13 fig. — Construction des ouvertures latérales et des pylônes. Établissement des échafaudages; montage des pylônes et des poutres de raidissement. Echafaudages-ascenseurs pour le rivetage des divers éléments. Vérification de la verticalité des pylônes. Appuis des câbles porteurs. Mise en place des câbles porteurs. Rotation des câbles résultant de l'insolation. E. 17201. CDU 625.74 : 624.74 : 693.97.

329-50. **Le problème des communications entre la Sicile et le continent et la construction d'un pont sur le détroit de Messine** (Il problema delle comunicazioni fra Sicilia e Continente e la costruzione di un ponte sullo Stretto di Messina). MASI (F.); *Costr. metall.*, Ital. (mai-juin 1951), n° 3, p. 3-14, 13 fig., 1 pl. h. t., 2 réf. bibl. — Projet de pont au-dessus du détroit de Messine établi par l'ingénieur américain STEINMAN. Après avoir exposé la nécessité d'une liaison à grand rendement entre la Sicile et le continent et les avantages économiques de la solution pont sur la solution tunnel, on indique que des difficultés techniques similaires ont été résolues pour deux ponts dans la baie de San Francisco. Exposé des caractéristiques du gigantesque ouvrage projeté, qui comporte en particulier une travée centrale de 1 524 m suspendue à 50 m au-dessus de l'eau, des piles fondées par 120 m de fond et supportant des pylônes porteurs de 210 m de haut; particularités de construction et de suspension destinées à accroître la rigidité de l'ensemble qui doit résister en particulier de même que les ouvrages similaires américains, aux secousses sismiques. Exposé succinct des procédés de construction des piles à grande profondeur employés pour les ponts sur la Golden Gate et sur la baie d'Oakland, ainsi que les procédés de mise en place des câbles portants. Le coût total de l'ouvrage serait de 55 milliards de lires et il emploierait 12 000 ouvriers pendant 6 ans. E. 17111. CDU 624.5.

Fif man Petits ouvrages.

330-50. **Expériences sur une passerelle en béton armé** (Esperienze su di un sovrappasso in cemento armato). BALDACCINI (R. F.); *Ingenere*, Ital. (août 1951), n° 8, p. 847-856, 19 fig., 2 réf. bibl. — Description d'une série d'expériences effectuées sur une passerelle au-dessus de l'autoroute Florence-Méditerranée en vue de préciser le comportement élastique de l'ouvrage. La passerelle est constituée par des poutres préfabriquées précontraintes. Détermination des valeurs théoriques des déformations en supposant l'ouvrage constitué par des dalles appuyées suivant deux côtés et libres sur les deux autres. Tableaux comparatifs des valeurs ainsi obtenues avec les nombreux résultats expérimentaux montrant l'excellente concordance entre le calcul et l'expérience. E. 17160. CDU 625.74 : 693.57 : 620.171.

Fif me Ponts à caractéristiques spéciales.

331-50. **Pont de la « Porte des Cygnes » à Duisbourg** (Schwanentorbrücke Duisbourg). DRESE (H.); *Bautechnik* (Stahlbau) All. (mai 1951), n° 5, p. 62-64, 5 fig. — Pont exécuté en remplacement d'un pont détruit pendant la guerre. Le trafic

du port sur l'entrée duquel il est construit impose le levage du tablier pour le passage des bateaux. Dimensions caractéristiques du pont. Construction particulière de la partie mobile verticale du pont qui est plus large que longue. Dispositifs de suspension de la partie mobile; tours de levage; installation mécanique de levage. E. 17404. CDU 624.82.

Fo INCIDENCES EXTERIEURES

Foc USAGE ET ENTRETIEN

Foc m Reprises en sous-œuvre.

332-50. **Reprise en sous-œuvre. Pratique et applications** (Underpinning. Its practice and applications). PRENTIS (Edm. A.), WHITE (L.). Ed.: Columbia University Press, New-York, U. S. A. (1950), 2^e édit., 1 vol., xxiv-374 p., 200 fig. — Voir analyse détaillée B-516 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 17504. CDU 624.15 : 690.593.2 (02).

333-50. **Reprise en sous-œuvre difficile d'un silo à céréales dans un port maritime** (Schwierige Unterfangung eines Seehafen-Getreidesilos). SIEBERT (B.); Bautechnik, All. (sep. 1951), n° 9, p. 201-203, 7 fig. — Description du silo existant, fondé sur pieux; la partie supérieure des pieux qui soutiennent la façade sur le port est dans l'eau. Nécessité de la reprise en sous-œuvre de cette façade à la suite de dégâts consécutifs à la guerre, et aussi en raison de l'approfondissement du port. Difficulté des travaux.

qui ne devaient pas interrompre le trafic des bateaux ni l'utilisation du silo. Solution adoptée : fonçage de pieux sous le silo, entre les pieux existants. Manière dont la solution a été réalisée. E. 17255. CDU 725.36 : 624.154 : 690.593.2.

Foc n Déplacement. Relevage des ouvrages.

334-50. **Déplacement par translation de constructions provisoires**. Trav. Publ. Bâtim., Afr. N. (1^{er} sep. 1951), n° 2085, p. 1, 6. — Description d'un procédé de ripage utilisé dans le département de l'Orne pour le déplacement de baraquements provisoires. Après raidissement, la construction est soulevée en bloc au-dessus du soubassement, posée sur des tuyaux métalliques formant éléments de roulement et tirée à son nouvel emplacement par un tracteur. Détails de la suite des opérations. E. 17292. CDU 621.876 : 725.92.

335-50. **Surélévation de 5,18 m d'un pont pour route à grand trafic, à l'aide de vérins pneumatiques** (Air-driven jacks raise highway bridge 17 ft.). Engng News-Rec., U. S. A. (23 août 1951), vol. 147, n° 8, p. 40-41, 4 fig. — Seize vérins actionnés à l'air comprimé ont été utilisés pour surélever le pont établi sur la Savannah River. Ce pont est composé de quatre sections comportant chacune quatre travées. Sa longueur totale est de 457,5 m. Les vérins fonctionnaient sous une pression de 6,3 kg/cm². On a opéré par quatre levées successives de 0,19 m sur chaque section du pont, créant ainsi une dénivellation de 0,76 m entre deux sections consécutives. Grâce à des rampes provisoires en bois, on a pu maintenir le trafic pendant l'opération. E. 17175. CDU 624.27 : 690.59.

II. — BIBLIOGRAPHIE

Chaque analyse bibliographique donnant le nom et l'adresse de l'éditeur et le prix de vente, les adhérents de l'Institut Technique sont priés de s'adresser directement aux éditeurs ou aux libraires pour se procurer les ouvrages qu'ils désirent acquérir; toutefois pour les ouvrages édités à l'étranger il est préférable de les commander par l'intermédiaire de librairies spécialisées dans l'importation. Tous renseignements complémentaires seront fournis sur demande par l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, 28, boulevard Raspail, Paris-VII^e.

B-513. **Béton précontraint. Étude théorique et expérimentale**. GUYON (Y.). Ed.: EYROLLES, 61, boulevard Saint-Germain, Paris-V^e (1951), 1 vol. (18 x 25 cm), xii-702 p., 503 fig. F : 4500. — La technique du béton précontraint est différente de celle du béton armé conventionnel. Ce traité a pour but de mettre à la disposition des constructeurs, une documentation leur permettant de concevoir, calculer et exécuter les ouvrages, avec la sécurité requise. Trois parties principales : 1° Principes essentiels et procédés; étude théorique et pratique. 2° Méthodes de calculs élastiques. Exposé détaillé des problèmes les plus fréquents. Exemples numériques. 3° Description de nombreux essais; conclusions pratiques pour l'établissement de projets et le calcul de la sécurité; méthodes de calculs élasto-plastiques. E. 17684.

B-514. **Formules pour le calcul des cadres**. KLEINLOGEL (A.). Ed.: Librairie Polytechnique Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères, Paris-VI^e; 1, quai Winston-Churchill, Liège, Belg. (1951), 1 vol. (23 x 16 cm), xxiv-462 p., 1757 fig., F : 3 350. — Traduction par Ch. FATIO de la onzième édition du classique formulaire de KLEINLOGEL où sont données les formules pour le calcul de cadres (ou portiques simples). On envisage 114 formes de cadres et pour chaque forme plusieurs cas de charge et les variations de température. Pour le cas de charges quelconques, les formules sont exprimées en fonction des facteurs de charge dont les valeurs sont données en fin de volume. A chaque cas de charge est annexée une figure donnant la forme des courbes de moments, leurs signes et les réactions d'appui. E. 17331.

B-515. **Formulaire de construction mécanique**. FONTAINE (R.). Ed.: Librairie Polytechnique Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères, Paris-VI^e; 1, quai Winston-Churchill, Liège, Belg. (1951), 4^e édit., 1 vol. (13,5 x 9 cm), xii-430 p., nomb. fig., F : 680. — Ce formulaire de onze chapitres contient : des tables numériques (puissance, racines, etc.), des formules d'algèbre, d'analyse, de trigonométrie, etc.; les diverses unités, une table de mesures anglaises; les formules de mécanique relatives au frottement, au mouvement, aux forces, au travail et à la puissance, aux machines

simples; des données physiques sur les matériaux, les gaz, les vapeurs; des formules et données de résistance des matériaux : moments et modules d'inertie, résistance à la compression, à la traction, à la flexion, à la torsion; les dimensions et poids des métaux du commerce; des renseignements sur l'usinage : coupe et outils de coupe, rabotage, tournage, filetage, fraisage, rectification et meulage, emmanchement, etc.; des détails sur la soudure, la brasure, les rechargements et le découpage oxyacétylénique et à l'arc; la pratique du forgeage et des traitements thermiques; les éléments d'assemblage : boulons et écrous, vis, rondelles, rivets, clavetages, goupilles; des renseignements sur des organes divers : roulements et butées à billes, roulements à aiguilles, engrenages, roues et vis sans fin, trains épicycloïdaux, graissage des engrenages, charges sur les paliers, volants, freins, arbres, paliers, courroies, cordages, câbles. En annexe : renseignements sur des alliages divers, les tolérances. l'usinage à coupe négative. E. 17330.

B-516. **Reprise en sous-œuvre. Pratique et applications** (Underpinning its practice and applications). PRENTIS (Edm. A.), WHITE (L.). Ed.: Columbia University Press, New York, U. S. A. (1950), 2^e édit., 1 vol. (16 x 24 cm), xxiv-374 p., 200 fig., \$ 10.00. — Les auteurs étaient particulièrement qualifiés pour traiter ce sujet, car ce sont des entrepreneurs qui ont exécuté de nombreux travaux dans des conditions variées et souvent très délicates. Après quelques considérations générales, examen de la question des soutènements provisoires, puis revue des différentes méthodes de reprise en sous-œuvre, avec exemples concrets. Étude des différents systèmes de levage et de déplacement des constructions. Aperçu de la technique des fondations et exposé des travaux exécutés à la Maison Blanche. En annexe : renseignements sur les spécifications, sur la législation relative à ce genre de travaux, ainsi que sur le côté économique de la reprise en sous-œuvre. Un glossaire des termes techniques termine cet intéressant ouvrage. E. 17504.

B-517. **A. B. C. du béton** (Das Beton ABC). HUMMEL (A.). Ed.: Wilhelm Ernst und Sohn, 169, Hohenzollerndamm, Berlin-

Wilmersdorf, All.; E. P. A. C., 41-45 Neal Street, Londres WC 2, G.-B. (1951), 11^e éd., 1 vol. (15×21 cm), vii-242 p., 143 fig., DM. 18. — Diverses sortes de béton; propriétés du béton frais, du béton dur; liants dans la construction en béton, composition granulométrique des agrégats, forme des grains et propriétés de surface des agrégats, leur résistance propre, le rapport ciment agrégat, rôle de l'eau dans le béton, mélange, consistance et travail du béton, influence de la température sur le durcissement, âge du béton, matériaux pour essais et modes d'essais, influence des éléments additionnels. Importance du vibrage. Additions au béton. Calcul des quantités de matériaux nécessaires. Mesure des composants du béton. Amélioration du mélange. Prévision de la résistance du béton (d'après la date de son élaboration, d'après des essais effectués précédemment). Détermination après coup de la composition du béton. Détermination des joints. Surveillance, mise en œuvre et protection du béton. Béton léger (sa nature, son emploi, conditions techniques, action sur ses propriétés). Principales sortes de béton léger (béton ponce, de scories de chaudières et d'ordures ménagères, de lave, de synthoporit, de scories de hauts fourneaux, de débris de briques; bétons à grains unifiés, béton de gaz, béton mousse, béton d'agrégats organiques). Épreuves sur le chantier. Principales feuilles de normes relatives au béton et au béton armé (liants, agrégats, corps additionnels et leurs essais). Annexe : résumé des vingt et une règles exposées dans l'ouvrage. E. 17171.

B-518. Prescriptions du Comité allemand pour le béton armé, suivies des normes des liants et des blocs de hourdis (Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton mit Normen für Bindemittel und Deckensteine). Éd. : Wilhelm Ernst und Sohn, 169, Hohenzollerndamm, Berlin-Wilmersdorf, All.; E. P. A. C., 41-45 Neal Street, Londres W. C. 2, G.-B. (juil. 1951), 4^e éd., 1 vol. (15×21 cm), xi-226 p., 143 fig., DM. 6.60. — Prescriptions pour l'exécution d'ouvrages en béton armé, dessins, calculs, règlements administratifs, qualités du béton et de ses composants; exécution des travaux : préparation du béton et sa mise en œuvre, armature, coffrage. Principes de calculs. Contraintes admissibles. Planchers. Ouvrages en béton. Essais du béton (raideur, résistance à la compression, à la flexion, etc.). Mise en place des éléments préfabriqués en béton armé. Planchers en éléments préfabriqués. Dalles creuses. Agrégats du béton : leur livraison et leur réception. Calcul des éléments en béton précontraint. Remise en état de constructions en béton armé. Murs en béton léger pour habitations. Béton de débris de briques. Béton mousse. Poutres en béton armé et verre. Ouvrages en béton dans l'eau et dans l'eau de mer. Annexe : Ciment : caractéristiques, propriétés. Sable normalisé et instruments pour l'essai des ciments. Procédés d'essais des ciments. Surveillance permanente des ouvrages en ciment. Liants mixtes. Acier à béton. Blocs pour hourdis. E. 17117.

B-519. Statique des poutres en forme de cadres (Statik der rahmenartigen Tragwerke). PIRLET (J.). Éd. : Springer, Reichpietschufer 20, Berlin W. 35, All. (1951), 1 vol. (16×23,5 cm), 168 p., 80 fig., 5 tableaux h. t., DM. 24. — L'ouvrage ne s'applique pas aux cadres proprement dits ou aux portiques, mais aux poutres encastrees élastiquement, aux poutres continues encastrees sur appui. Cas particulier : poutre continue articulée, sur appuis fixes. Principes de ce calcul : élément rectiligne encastree élastiquement (encastrement fixe sur l'un des deux appuis, encastrement élastique sur l'un des deux appuis, articulation sur les deux appuis). Joints de membrures : nœuds (nœuds à deux membrures, à trois membrures, à n membrures), répartition des moments, déformation des nœuds. Systèmes à plusieurs nœuds, coefficients d'encastrement, notation. Calcul des moments d'encastrement : charge isolée, lignes d'influence, répartition uniforme de la charge, charge répartie triangulairement, charge due à un moment, effets des écarts de température et de la dénivellation des appuis. Résumé des résultats. Poutre continue encastree élastiquement, son calcul : coefficient d'encastrement (définition, calcul, valeur du coefficient pour divers genres de nœuds, calcul simplifié). Moments d'encastrement d'une poutre encastree élastiquement sur ses deux appuis (équation générale, charge fixe, charge mobile, lignes d'influences). Moments d'encastrement dans les poutres continues. Influence d'un moment extérieur sur les membrures aboutissant à un nœud donné. Influence des moments sur deux appuis consécutifs sur les travées au delà de ces appuis. Exemples numériques. Valeurs indépendantes de la charge; valeurs dépendant de la charge. Procédé simplifié. Bibliographie. E. 17172.

B-520. Calcul des oscillations mécaniques (Berechnung mechanischer Schwingungen). SÖCHTING (Fr.). Éd. : Springer, Mölkerbastei 5, Vienne I, Autr. (1951), 1 vol. (16,5×23,5 cm), x-325 p., 143 fig., \$ 7.80. — Principes et représentation des

oscillations. Vitesse et accélération des harmoniques. Composition des oscillations. Principes mécaniques. Oscillations d'un système constitué par une masse : oscillations libres, entretenues non amorties, entretenues et amorties; oscillations anharmoniques; solutions graphiques; division des oscillations d'après les forces agissantes. Oscillations d'un système de plusieurs masses, oscillations couplées. Couplage des forces : oscillations libres, entretenues amorties. Couplage des accélérations. Couplage des amortissements. Oscillations des corps élastiques, établissement des équations du mouvement; leur intégration; oscillations de cordes ou de tiges rectilignes; solutions approchées : méthodes de RAYLEIGH, de RITZ, de GALERKIN; itération, procédé de GRAMMEL. Oscillations de tiges courbes. Oscillations de corps à deux dimensions : membranes, plaques planes, disques. Oscillations de tiges et disques en rotation. Oscillations des liquides et des gaz. Oscillations des systèmes mécaniques : pulseur, torsiographe de GEIGER; courroies de transmission; crochet de grue au freinage; arbres de machines à piston; oscillations de torsion, de flexion. État critique des arbres tournant à grande vitesse. Oscillations longitudinales des arbres. Oscillations des volants, des ailettes et des roues des turbines à vapeur. Oscillations des hélices, des constructions à treillis, des navires (E. 17464).

B-521. Problèmes d'examens et d'exercices de la mécanique du point et du corps solide. II : Cinématique et cinétique du point (Prüfungs- und Übungsaufgaben aus der Mechanik des Punktes und des starren Körpers. II : Kinematik und Kinetik des Punktes). FEDERHOFER (K.). Éd. : Springer, Mölkerbastei 5, Vienne I, Autr. (1951), 1 vol. (15,5×23 cm), iv-103 p., 105 fig., \$ 2.30 (113 problèmes et leurs solutions). — Problèmes sur le mouvement rectiligne; de cinématique relatifs au mouvement curviligne, au mouvement des projectiles, au mouvement autour d'un point fixe; sur les oscillations, aux mouvements guidés, aux mouvements relatifs. E. 17465.

B-522. Problèmes d'examens et d'exercices de la mécanique du point et du corps solide. III : Cinématique et cinétique des solides indéformables (Prüfungs- und Übungsaufgaben aus der Mechanik des Punktes und des starren Körpers. III : Kinematik und Kinetik starrer Systeme). FEDERHOFER (K.). Éd. : Springer, Mölkerbastei 5, Vienne I, Autr. (1951), 1 vol. (15,5×23 cm), iv-139 p., 191 fig., \$ 2.30 (149 problèmes et leurs solutions). — Cinématique du corps solide dans le plan : problèmes relatifs au corps solide; d'un système obligé de rester sur un plan. Cinématique d'un corps solide dans l'espace. Cinétique du solide indéformable : rotation autour d'un axe fixe; rotation autour d'un point fixe; mouvement sur un plan. Statique instantanée du mouvement; problèmes sur les petites oscillations, sur le mouvement de masses variables, sur le choc et les arrêts brusques. E. 17466.

B-523. La construction urbaine économique (Wirtschaftlicher Städtebau). WAGNER (M.). Éd. : Julius Hoffmann, W. Rosenbergstrasse 122, Stuttgart, All. (1951), 1 vol. (15,5×21,5 cm), 190 p. — Géophysique de l'espace vital (son importance, sa destination). Communautés et sociétés (principes; historique, questions biologiques, auto-administration). Le revenu, bâtisseur de villes (sources de revenus, utilisation des revenus, la question des dépenses, l'épargne et le capital, création du capital). Bilan urbain. Assurance du capital (création du capital, exécution des constructions, économies sur les frais de construction). La rente foncière. Modernisation des villes (baisse des dépenses de construction, mise en commun des parcelles, attraction du capital). L'exemple de Boston. L'urbanisme et les dépenses de construction. Planification des dépenses, leur coordonnées, leur transfusion). Considérations urbaines. Problèmes relatifs au trafic; exigences du trafic, espaces qui lui sont nécessaires; le problème du parage; les accidents. Dépenses relatives au trafic. Réalisations : la nature du plan; corruption de la communauté; les agents et les erreurs du plan. Le constructeur urbaniste. Annexe : espace et forme (axiomes, espace nécessaire à l'homme, espace « nutritif », forme de l'espace, forme des constructions, production artistique de la forme, naissance d'un style nouveau. E. 17118).

B-524. Semaine géodésique de Cologne, en 1950 (Geodätische Woche Köln 1950). JUNG (F. R.). Éd. : Konrad Wittwer, Schlosse-Strasse 14, Stuttgart, All. (1951), 1 vol. (17×24 cm), 291 p., 98 fig., 1 pl. h. t. — Conférences de S. BERTSCHMANN : Progrès réalisés dans la construction des instruments de mesure en Suisse pendant les deux dernières années. W. BONCZEK : Exigences de l'économie dans la technique des mesures géodésiques. E. BRAUNE : La reconstruction du point de vue de l'ingénieur géodésien. E. BRENNEKE : Accueil des hôtes étrangers. F. BUNDSCHUH : Développement et état du réseau allemand de triangula-

tion. R. FINSTERWALDER : Importance de la photogrammétrie. G. FÖRSTNER : Nouveaux instruments de nivellement de la firme Zeiss-Opton. G. GAERTNER : Perméabilité de l'atmosphère aux ultra-rouges. E. GIGAS : L'infra-rouge dans la triangulation. P. HEINKELE : Nouvelle loi sur le remembrement des terres. W. KAESTNER : La carte cadastrale. M. KNEISSL : Importance culturelle de la géodésie. W. KOST : Réfection de la carte administrative au 1/100 000. B. LORKE : Problèmes posés à l'ingénieur géodésien dans les chemins de fer allemands. H. MUCKERMANN : L'arpenteur et la nouvelle anthropologie. K. OBERSTE-BRINK : Reconstruction des villes détruites dans les régions minières. D. A. OVERHOFF : Projets pour résoudre les difficultés des mesures géodésiques dans les régions minières. K. RAMSAYER : Proposition pour une machine à calculer applicable à la géodésie. O. RELLENSMANN : Importance du cercle géodésique. W. SCHERMERHORN : Photogrammétrie et son développement. K. SCHWIDESKY : Construction des appareils photogrammétriques en Allemagne après 1938. R. WERTHALER : Développement et état actuel du réseau de triangulation. W. ZINKAHN : Vrais principes de la reconstruction des villes détruites. E. 17468.

B-525. **L'architecture suisse** (Schweizer Architektur). VOLKART (H.). Ed. : Otto Maier, Ravensburg, All. (1951), 1 vol. (22,5×30 cm), 224 p., 598 fig., DM. 46. — La nature et la signification de la nouvelle architecture suisse. La maison d'habitation : pour un peintre, un écrivain, un jardinier; maison de vacances; maisons particulières. Cités ouvrières. Immeubles locatifs : groupes de Zurich, de Bâle, de Genève. Écoles, collèges, bibliothèques, écoles de campagne, écoles primaires, écoles professionnelles, collèges de l'Université de Bâle, bibliothèque de Berne, de Lugano. Bâtiments de prévoyance sociale : jardins d'enfants; villages d'enfants; institutions de sourds-muets; hôpitaux et polycliniques. Églises. Immeubles commerciaux et industriels : sièges d'assurances; bureaux; grands magasins; banques cantonales; centrales thermiques; fabriques de bicyclettes, imprimeries; immeubles d'usines. Installations pour fêtes, sports et jeux : immeuble des congrès et stade à Zurich; piscines; écoles de gymnastique et de sports; théâtres de verdure. E. 17146.

B-526. **L'étanchéité par produits bitumineux dans le bâtiment** (Bituminöse Bauwerksabdichtung). LUFKY (K.). Ed. : B. G. Teubner, 3, Poststrasse, Leipzig, All. (1951), 1^{re} partie, 1 vol. (16,5×23 cm), vi-154 p., 155 fig., DM. 4,04. — Signification et nature de l'étanchéité dans le bâtiment. Recherches sur l'attaque de l'eau (données hydrologiques et géophysiques). Eaux souterraines, terrain de construction et bâtiment. Étude chimique. Divers modes : par obturation des pores, par l'acier, le plomb, le cuivre, le zinc, par revêtement superficiel bitumineux. Matériaux : enduits et peintures, leurs caractéristiques; les bitumes, le brai fluide de goudron de houille; mélanges bitumineux. Enduits à froid et application à la spatule. Garnitures étanches, leur mode d'action : cartons goudronnés et bitumés. Action combinée des cartons étanches et des enduits. Étanchéité extérieure superficielle résistant à la pression de l'eau : règles fondamentales, forme initiale, compression, modifications de volume du béton. Exécution des couches protectrices sur les murs; couche de protection; ancrages; isolation thermique; peintures résistant à l'huile. Exécution de l'étanchéité : préparation des surfaces, maintien au sec des fouilles. Joints et raccords; protection de la couche étanche. Exécutions spéciales (tuyaux, câbles, puits, joints dans le bâtiment). Consommation des divers matériaux au mètre carré. Bibliographie. E. 17147.

B-527. **Manuel 1950 relatif aux tuyauteries des installations sanitaires et d'alimentation en eau des habitations** (Allman Material-och Arbetsbeskrivning för Värme-och Sanitetstekniska Arbeten-Rör AMA, 1950); Förlags Ab Värme Ven-

tilation Sanitet Stockholm, Suède (1950), 1 vol. (12×19 cm), 40 p., 4 fig. — Instructions générales sur l'établissement des plans et le montage des canalisations d'eau, de chauffage et des installations sanitaires. Instructions générales sur le calcul, les essais et les conditions de sécurité des canalisations. Montage des canalisations extérieures : puits, ponceaux; instructions spéciales pour les canalisations sanitaires et de chauffage. Protection contre les eaux corrosives. Construction des ponceaux en béton. Conduite d'évacuation. Canalisations intérieures : conduites d'eau, de gaz, d'air comprimé, de mazout, de chauffage central. Isolement. Armatures des différentes conduites. E. 17097.

B-528. **L'adhérence et les adhésifs** (Adhesion and adhesives). DE BRUYNE (N. A.), HOUWINK (R.). Ed. : Elsevier Publishing Company, Inc. 118 Spuistraat, Amsterdam, Pays-Bas (1951), 1 vol. (16×24,5 cm), xv-517 p., 270 fig., 70 s. — R. HOUWINK : Aspect théorique de la question. Conditions que doivent remplir les surfaces à coller et les adhésifs utilisés pour obtenir l'adhérence. A. J. STAVERMAN : Forces moléculaires mises en jeu dans les opérations de collage. J. HOEKSTRA, C. P. FRITZIUS : Rhéologie des adhésifs avant et après durcissement, rhéologie des différentes couches appliquées et fragilité de différentes compositions. C. MYLONAS, N. A. DE BRUYNE : Problèmes statiques qui se présentent dans l'emploi des adhésifs; exposé de la théorie de GOLAND et REISSNER. D. CORNWELL, W. M. LEE, F. CHAPMAN : Aspect technologique, colles animales et leurs applications, adhésifs végétaux, adhésifs synthétiques. R. N. J. SAAL : Bitumes asphaltiques. J. H. WILLS : Adhésifs inorganiques et ciments. G. SALOMON, W. J. K. SCHÖNLAU : Adhésifs au caoutchouc. W. R. LEWIS : Adhérence des joints soudés suivant les conditions d'exécution. N. A. DE BRUYNE : Essais physiques des adhésifs. Bibliographie. E. 17137.

B-529. **Propriétés intrinsèques des milieux élastiques** (Propriedades intrinsecas dos meios elasticos). CAMPO E MATOS (A. de). Laboratório de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Portugal (1950), 1 vol. (16,5×24,3 cm), 111 p., nombr. réf. bibl. — Thèse de doctorat sur l'établissement par le calcul tensoriel des formules de la théorie mathématique de l'élasticité. Déduction dans chaque cas des formules correspondantes dans les systèmes de coordonnées les plus usités. I. Étude des déformations : déformation autour d'un point, notion de tenseur de déformation pure, équations de compatibilité. II. Étude des tensions : définition, tenseur des tensions, équations d'équilibre d'un volume isolé dans un milieu continu, conditions d'équilibre sur la surface libre du milieu. III. Relations entre les tensions et les déformations : définition des milieux élastiques, généralisation de la loi de Hooke, forme des relations dans le cas de milieux élastiques isotropes, constantes élastiques des milieux isotropes, contradiction avec les relations de CAUCHY, établissement des équations d'équilibre en fonction des déplacements, application à la détermination des déplacements et des tensions dans un corps élastique soumis à des forces d'application. IV. Énergie des milieux déformés : définition d'une densité d'énergie potentielle dans les milieux déformés, loi de Hooke généralisée déduite de l'expression de la densité d'énergie potentielle, densité dans les milieux isotropes. E. 15199.

B-530. **Principes de protection du bois** (Principles of wood preservation). SMITH (J. H.), CARR (D. R.); New Zealand Forest Service, Box 1028, Wellington, N. Z. (1950), 1 vol. (15,5×24,5 cm), inform. sér. n° 10, 52 p., 6 fig. h. t. — Causes de la détérioration du bois (pourriture, moisissure, termites, tarets). Préservation des bois extérieurs et des bois intérieurs. Principes de protection. Traitements, exécution des traitements, produits utilisés pour les traitements. Différents traitements des bois selon leurs usages : charpente, bois de mines, constructions navales, etc. E. 17423.

RECTIFICATIF A LA D. T. 48

Page 276, au n° B-496, lire à la 3^e ligne : Dollar 1.15 au lieu de DM 1.15;
— — — lire à la 4^e ligne : Dollar 1.46 au lieu de DM 1.46.

ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

28, BOULEVARD RASPAIL, PARIS-VII^e — Tél. : BAB. 18-56

Décembre 1951

N° 227

Nouvelle série.

HORS SÉRIE, N° 4

TABLES SYSTÉMATIQUE ET PAR NOMS D'AUTEURS DES FASCICULES PARUS EN 1951

TABLE PAR SÉRIES

ARCHITECTURE ET URBANISME

- AU/7. — Construction des nouveaux bâtiments de la Banque Nationale de Belgique à Bruxelles, par M. M. VAN GOETHEM (n° 184, de mars-avril 1951).
- AU/8. — Réalisation d'aménagements sportifs en Italie et en d'autres pays, par M. P. VIETTI-VIOLI (n° 198, de juillet-août 1951).

TECHNIQUE GÉNÉRALE DE LA CONSTRUCTION

- TGC/10. — Les travaux de génie civil dans l'étude des centrales thermiques, par M. P. ROGERS. *Traduction* (n° 178, de février 1951).

THÉORIES ET MÉTHODES DE CALCUL

- TMC/11. — La stabilité élastique des fondations rectangulaires, par M. G. MERCY (n° 190, de mai 1951).
- TMC/12. — Notes à propos de la théorie des plaques fléchies et des planchers-champignons, par M. R. L'HERMITE (n° 192, de juin 1951).
- TMC/13. — La conception et le calcul du coefficient de sécurité dans les constructions en béton armé, par M. E. TORROJA (n° 194, de juin 1951).
- TMC/14. — Emploi du fil à haute limite élastique et réglage des contraintes dans les constructions, par M. R. VALLETTE (n° 199, de juillet-août 1951).

ESSAIS ET MESURES

- EM/18. — Mesure de la densité apparente d'un agrégat, par M. P. DESTABLE (n° 168, de janvier 1951).
- EM/19. — Adhérence des barres d'acier dans le béton, par M. P. BRICE (n° 179, de mars-avril 1951).

SOLS ET FONDATIONS

- SF/4. — L'essai de cisaillement rectiligne, par MM. P. HABIB et R. MARCHAND (n° 195, de juin 1951).
- SF/5. — Nouvelles recherches en mécanique du sol, par M. P. HABIB (n° 224, de décembre 1951).

GROS ŒUVRE

- GO/1. — Groupe scolaire des Sablons à Saint-Pierre-des-Corps, par MM. Ch. et J. DORIAN (n° 203, de juillet-août 1951).
- GO/2. — Immeubles collectifs de la Cité-Jardin du Moulin-Vert à Vitry-sur-Seine, par M. S. MOROSINI (n° 214, d'octobre 1951).

CONSTRUCTION MÉTALLIQUE

- CM/7. — Ponts-routes soudés pour grands itinéraires, par MM. R. G. BRAITHWAITE et D. J. DAVIES. *Traduction* (n° 175, de février 1951).
- CM/8. — Les problèmes fondamentaux d'instabilité en construction métallique. Le flambement et le déversement, par M. J. DUTHEIL (n° 218, de novembre 1951).
- CM/9. — Possibilités actuelles de la charpente métallique pour les ossatures de bâtiment, par M. A. DELCAMP (n° 220, de novembre 1951).

TRAVAUX PUBLICS

- TP/ 8. — La reconstruction du viaduc de Lessart, par MM. A. LAZARD et H. LAPORTE (n° 174, de février 1951).
- TP/ 9. — Nouveaux appareils pour l'extraction des déblais à l'air comprimé, par M. J. CAMBON (n° 183, de mars-avril 1951).

TP/10. — Les Travaux Publics au Cameroun, par M. L. ROQUE (n° 186 de mai 1951).

TP/11. — Les Travaux Publics en Indochine depuis 1945, par M. L. A. LONGEAUX (n° 187, de mai 1951).

TP/12. — Canal Albert (Belgique). Expérience acquise au cours de la construction et de la réparation des écluses, par M. A. BIJLS (n° 197, de juin 1951).

TP/13. — Procédés américains de construction de routes. Leur application en Louisiane et au Texas, par M. L. MACLOU.

Influence du machinisme dans la productivité américaine, par M. J. A. MACHAT (n° 206, de septembre 1951).

TP/14. — Le nouveau pont Pasteur sur le Rhône à Lyon, par M. A. MOGARAY (n° 212, d'octobre 1951).

TP/15. — L'aménagement de la chute de Donzère-Mondragon (n° 225, de décembre 1951).

LIANTS HYDRAULIQUES

LH/7. — Le contrôle NF-VP des ciments en usine dans le cadre de la normalisation française, par M. H. LAFUMA (n° 185, de mars-avril 1951).

LH/8. — Préparation du ciment de laitier par voie humide. Le procédé Trief. Son application au barrage de Bort-les-Orgues, par M. M. MARY (n° 200, de juillet-août 1951).

BÉTON, BÉTON ARMÉ

BBA/16. — Les planchers-dalles sans champignons, par MM. A. BALENCY-BEARN, R. DEVARIS DU MAYNE, M. TURIN, M. HAHN et J. CHEFDEVILLE (n° 167, de janvier 1951).

BBA/17. — Nouveaux procédés de traitement des bétons, par M. R. L'HERMITE (n° 180, de mars-avril 1951).

ÉQUIPEMENT TECHNIQUE

ET/11. — Les coefficients de rayonnement des matériaux, par M. R. CADIERGUES (n° 188, de mai 1951).

ET/12. — Les installations de laboratoires, par MM. Y. BOISDON et A. MASSIN (n° 193, de juin 1951).

ET/13. — Contribution à la sécurité dans l'emploi des courants électriques à l'intérieur des immeubles, par M. R. COMTET (n° 202, de juillet-août 1951).

ET/14. — De l'introduction de l'air dans les locaux conditionnés. Visites d'installations de chauffage et de conditionnement d'air, par M. A. DESPLANCHES (n° 215, d'octobre 1951).

ET/15. — Le thermomètre à température résultante, par M. R. CADIERGUES (n° 216, de novembre 1951).

ET/16. — Les recherches thermiques aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics, par M. A. BLANC (n° 217, de novembre 1951).

ET/17. — État de la recherche en chauffage et ventilation dans quelques pays étrangers, par MM. Thomas BEDFORD, W. LIESE, F. SQUASSI et Cyril TASKER (n° 222, de décembre 1951).

ET/18. — Quelques aspects économiques et techniques actuels des questions posées par l'établissement et l'exploitation des chauffages centraux, par M. A. FOURNOL (n° 223, de décembre 1951).

AMÉNAGEMENT INTÉRIEUR

AI/3. — Peintures extérieures et blancs broyés, par M. F. PUPIL (n° 181, de mars-avril 1951).

AI/4. — Peintures modernes. Leur application à l'industrie du bâtiment, par M. L. PORTEMANN (n° 213, d'octobre 1951).

MATÉRIEL DE CHANTIER

MC/5. — L'homogénéité du béton et les bétonnières. II. — Essais de bétonnières à tambour basculant, par M. A. JOISEL (n° 169, de janvier 1951).

MC/6. — Recherches sur les pompes à béton, par M. A. JOISEL (n° 204, de septembre 1951).

QUESTIONS GÉNÉRALES

QG/12. — Les études des réseaux d'irrigation, par M. R. RÉ (n° 208, de septembre 1951).

QG/13. — Le programme hydraulique d'Électricité de France, par M. M. ROUSSELIER (n° 209, d'octobre 1951).

QG/14. — Les études hydrauliques sur modèles réduits, par M. G. SAUVAGE DE SAINT-MARC (n° 210, d'octobre 1951).

QG/15. — Contrôle des temps sur les chantiers. Méthode et exemple d'application, par M. L. BANGRATZ (n° 219, de novembre 1951).

DOCUMENTATION TECHNIQUE

DT/40 bis. — Table des rubriques de l'index analytique de Documentation Technique parues en 1950. Table alphabétique des auteurs cités dans l'index analytique de Documentation Technique, 1950. Périodiques reçus par l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics. Abréviations utilisées dans les fascicules de la Documentation Technique (n° 171, de janvier 1951).

DT/41. — Documentation réunie en octobre 1950 (n° 172, de janvier 1951).

DT/42. — Documentation réunie en novembre 1950 (n° 177, de février 1951).

DT/43. — Documentation réunie en décembre 1950-janvier 1951 (n° 182, de mars-avril 1951).

DT/44. — Documentation réunie en février 1951 (n° 189, de mai 1951).

DT/45. — Documentation réunie en mars 1951 (n° 196, de juin 1951).

DT/46. — Documentation réunie en avril-mai 1951 (n° 201, de juillet-août 1951).

DT/47. — Documentation réunie en juin 1951 (n° 207, de septembre 1951).

- DT/48. — Documentation réunie en juillet 1951 (n° 211, d'octobre 1951).
- DT/49. — Documentation réunie en août 1951 (n° 221, de novembre 1951).
- DT/50. — Documentation réunie en septembre 1951 (n° 226, de décembre 1951).

MANUEL DU BÉTON ARMÉ

- MBA/20. — Résistance des bétons aux contraintes triaxiales. Nouveaux essais américains. Discussion et interprétation, par M. R. CHAMBAUD (n° 173, de février 1951).

MANUEL DE LA CHARPENTE EN BOIS

- MCB/10. — Exemples de calculs de charpentes en bois. I, par M. G. VRAIN (n° 170, de janvier 1951).

- MCB/11. — Exemples de calculs de charpentes en bois. II, par M. G. VRAIN (n° 176, de février 1951).
- MCB/12. — Étaisements, échafaudages, ouvrages spéciaux, par M. J. GREZEL (n° 205, de septembre 1951).

MANUEL DE LA CONSTRUCTION MÉTALLIQUE

- MCM/9. — Éléments des systèmes réticulés. Éléments comprimés (n° 191, de mai 1951).

HORS SÉRIE

- HS/4. — Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics. Nouvelle série. Tables systématique et par noms d'auteurs des fascicules parus en 1951 (n° 227, de décembre 1951).

TABLE PAR NOMS D'AUTEURS

(Les lettres renvoient aux différentes séries de la table précédente.)

- | | | | |
|--------------------------------|---|---------------------------------|------------------------------------|
| BALENCY-BÉARN (A.), BBA/16. | DESPLANCHES (A.), ET/14. | JOISEL (A.), MC/5, MC/6. | PÖRTEMANN (L.), AI/4. |
| BANGRATZ (L.), QG/15. | DESTABLE (P.), EM/18. | LAFUMA (H.), LH/7. | PUPIL (F.), AI/3. |
| BEDFORD (T.), ET/17. | DEVARS DU MAYNE (R.), BBA/16. | LAPORTE (H.), TP/8. | RÉ (R.), QG/12. |
| BIJLS (A.), TP/12. | DORIAN (Ch. et J.), GO/1. | LAZARD (A.), TP/8. | ROGERS (P.), TGC/10. |
| BLANC (A.), ET/16. | DUTHEIL (J.), CM/8. | L'HERMITE (R.), TMC/12, BBA/17. | ROQUE (L.), TP/10. |
| BOISDON (Y.), ET/12. | FOURNOL (A.), ET/18. | LIESE (W.), ET/17. | ROUSSELIER (M.), QG/13. |
| BRAITHWAITE (R. G.), CM/7. | GOETHEM (Van) (M.), AU/7. | LONGEAUX (L.-A.), TP/11. | SAUVAGE DE SAINT-MARC (G.), QG/14. |
| BRICE (P.), EM/19. | GREZEL (J.) MCB/12. | MACHAT (J.-A.), TP/13. | SQUASSI (F.), ET/17. |
| CADIERGUES (R.), ET/11, ET/15. | HABIB (P.), SF/4, SF/5. | MACLOU (L.), TP/13. | TASKER (C.), ET/17. |
| CAMBON (J.), TP/9. | HAHN (M.), BBA/16. | MARCHAND (R.), SF/4. | TORROJA (E.), TMC/13. |
| CHAMBAUD (R.), MBA/20. | INSTITUT TECHNIQUE DU BÂTIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS, TP/15, DT/40 bis, DT/41, DT/42, DT/43, DT/44, DT/45, DT/46, DT/47, DT/48, DT/49, DT/50, MCM/9, HS/4. | MARY (M.), LH/8. | TURIN (M.), BBA/16. |
| CHEFDEVILLE (J.), BBA/16. | | MASSIN (A.), ET/12. | VALLETTE (R.), TMC/14. |
| COMTET (R.), ET/13. | | MERCY (G.), TMC/11. | VIETTI-VIOLI (P.), AU/8. |
| DAVIES (D. J.), CM/7. | | MOGARAY (A.), TP/14. | VRAIN (G.), MCB/10, MCB/11. |
| DELCAMP (A.), CM/9. | | MOROSINI (S.), GO/2. | |

VIENNENT DE PARAÎTRE :

BÉTON PRÉCONTRAIN Étude théorique et expérimentale.

Par Y. GUYON, Ingénieur Diplômé de l'École Polytechnique.
Préface de E. FREYSSINET, Inspecteur Général Honoraire des Ponts et Chaussées.

Un volume grand in-8° raisin relié de 728 pages, comprenant 503 figures. Prix F : 4 500. Franco port F : 4 704.
En vente à l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, 28, boulevard Raspail, Paris-VII^e et aux Éditions Eyrolles, 61, boulevard Saint-Germain, Paris-V^e.

SPÉCIFICATIONS U. N. P. DES PRODUITS DE PEINTURE UTILISÉS DANS LES TRAVAUX DE BATIMENT

16 fascicules réunis dans un cartonnage extensible..... 800 F (frais d'expédition recommandée 60 F)

OUVRAGES PARUS :

Règles d'utilisation du béton armé (Règles BA, 1945, modifiées en mars 1948). Un vol. in-8° carré, 104 p., 27 fig. Broché.....	260 F (frais d'expédition 30 F).
Règles d'utilisation des ronds crénelés et lisses pour béton armé de limite d'élasticité supérieure ou égale à 40 kg/mm². Un vol. in-8° carré, 60 p., 8 fig. Broché..... Cartonné.....	300 F 350 F (frais d'expédition 30 F).
Règles d'utilisation de l'acier (Règles CM, 1946). Un vol. in-8° carré, 96 p., 29 fig. Broché.....	300 F (frais d'expédition 30 F).
Commentaires des Règles d'utilisation de l'acier (Règles CM, 1946). Un vol. in-8° carré, 80 p., 14 fig. Broché..... Cartonné.....	300 F 330 F (frais d'expédition 30 F).
Jeux d'abaques relatifs au calcul du flambement (Règles CM, 1946). Le jeu.....	50 F (frais d'expédition 30 F).
Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions (Règles NV, 1946). Un vol. in-8° carré, 96 p., 29 fig.....	275 F (frais d'expédition 30 F).
Toitures-Terrasses - Procédés multicouches. Un vol. in-4° carré, 36 p., 44 fig. Broché.....	250 F (frais d'expédition 35 F).
Étanchéité par l'asphalte. Cahier des charges et conditions générales applicables aux travaux d'étanchéité par revêtement en asphalte. Broché.....	200 F (frais d'expédition 35 F).

Conditions d'exécution du gros œuvre des toitures-terrasses en béton armé. Un vol. in-8° carré, 32 p., 27 fig. Broché.....	100 F (frais d'expédition 15 F).
Devis et estimation des ouvrages en béton armé, par M. JAVAY. Les trois fascicules.....	350 F (frais d'expédition 30 F).
Lexique technique français-anglais et anglais-français du matériel de travaux publics. Un vol. in-8° carré, 184 p. Relié pleine toile.....	700 F (frais d'expédition 35 F).
Répertoire des carrières de pierre de taille exploitées en 1889. Nouveau tirage. Broché.....	900 F (frais d'expédition recommandée 145 F).
La pierre matériau du passé et de l'avenir, par M. Pierre NOËL. Un vol. in-8° carré, 112 p., 74 fig. Broché.....	250 F (frais d'expédition 35 F).
La pierre dans la construction des ouvrages d'art (conférences de MM. SUQUET, VITALE, PARMENTIER et CAQUOT). Le volume.....	150 F (frais d'expédition 30 F).
Caractéristiques physiques et mécaniques des terrains. Application aux terrains de la région parisienne, par M. VARLAN. Un vol. 120 p., 33 fig.....	100 F (frais d'expédition 45 F).
Contribution à l'étude du vieillissement des bitumes, par M. VARLAN. Un vol. 76 p., 7 fig.....	75 F (frais d'expédition 30 F).
Méthode de calcul des déperditions thermiques des locaux en régime continu. Un vol. in-4° carré, 72 p.....	900 F (frais d'expédition 50 F).

En cours de publication en fascicules in-4° carré illustrés (21 x 27) :

MANUEL DE LA CHARPENTE EN BOIS

Fascicules parus :

N° 1. — Introduction (prix : 10 F).	N° 7. — Le trait de charpente (1 ^{re} partie), par M. JAROUSSEAU (prix : 120 F).
N° 2. — Les cintres en bois pour ouvrages d'art, par M. DUHOUX (prix : 130 F).	N° 8. — Le trait de charpente (2 ^e partie), par M. JAROUSSEAU (prix : 220 F).
N° 3. — Les cintres en bois pour ouvrages d'art (annexe), par MM. DUHOUX et VALLETTE (prix : 160 F).	N° 9. — Les assemblages, par M. GREZEL (prix : 240 F).
N° 4. — Caractéristiques générales du bois de charpente. Propriétés et emplois des différentes essences, par M. CAMPREDON (prix : 140 F).	N° 10. — Exemples de calculs de charpentes en bois (1 ^{re} partie), par M. VRAIN (prix : 240 F).
N° 5. — La préparation du bois. Exploitations forestières, abatage, séchage, étuvage, traitement de conservation et de préservation contre le feu, par M. CAMPREDON (prix : 80 F).	N° 11. — Exemples de calculs de charpentes en bois (2 ^e partie), par M. VRAIN (prix : 315 F).
N° 6. — Travail des bois, par M. LOTTE (prix : 120 F).	N° 12. — Étalements, échafaudages, ouvrages spéciaux (prix : 300 F). (frais d'expédition des 12 fascicules : 75 F).

MANUEL DE LA CONSTRUCTION MÉTALLIQUE

Fascicules parus :

N° 1. — Introduction et plan (prix : 40 F).	N° 6. — Charpentes et ossatures métalliques de Bâtiment. — Généralités. — Planchers (prix : 100 F).
N° 2. — Moyens d'assemblage des constructions métalliques (prix : 140 F).	N° 7. — Poutres à âme pleine (prix : 80 F).
N° 3. — Assemblages dans les constructions métalliques (prix : 160 F).	N° 8. — Éléments tendus (prix : 40 F).
N° 4 a. — Combles (prix : 60 F).	N° 9. — Éléments des systèmes réticulés. Éléments comprimés (prix : 160 F). (frais d'expédition des 9 fascicules : 50 F).
N° 5. — Rivetage (prix : 80 F).	

Adresser les commandes accompagnées de leur montant à l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, 28, boulevard Raspail, Paris-VII^e.
C. C. P. Paris 1834-66.
Aucune réclamation ne sera admise si l'envoi n'a pas été fait recommandé (recommandation 25 F en sus).

CONFÉRENCES DU CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES — SESSION 1951-1952 (Seconde Série)

(Suite.)

MARDI 29 AVRIL 1952, à 17 h. 30

LES BARRAGES EN BÉTON AMÉRICAINS

par M. Jean MARTIN, Ingénieur Civil des Ponts et Chaussées.

(Les séances des 22 et 29 avril seront suivies d'une large discussion.)

MARDI 6 MAI 1952, à 17 h. 30

LE REVÊTEMENT DES GALERIES

par M. ROUSSELMER, Directeur Adjoint de l'Équipement chargé des projets hydro-électriques à l'Électricité de France.

MARDI 13 MAI 1952, à 17 h. 30

VERS L'INDUSTRIALISATION DU BATIMENT

par M. SPINETTA, Directeur de la Construction au Ministère de la Reconstitution et de l'Urbanisme.

MARDI 20 MAI 1952, à 17 h. 30

Séance organisée en commun
avec l'Association Française des Ponts et Charpentiers.

L'ÉCLUSE DU CANAL DE DONZÈRE-MONDRAGON

par M. SCHMID, Ingénieur E. C. P.

JOURNÉES INTERNATIONALES DU CHAUFFAGE, VENTILATION, CONDITIONNEMENT DE L'AIR

MARDI 27, MERCREDI 28 ET JEUDI 29 MAI 1952

ÉTAT DE LA RECHERCHE ET DES TENDANCES DE LA TECHNIQUE EN ALLEMAGNE, EN BELGIQUE, AU DANEMARK ET AUX PAYS-BAS

par M. le Dr. KOLLMAR, M. MARCQ, Président de l'Association Technique Belge de l'Industrie du Chauffage, M. BECHER, M. le Professeur Van DER HELD.

RÉPARTITION DES CHARGES DE CONSTRUCTION ET D'ENTRETIEN DES CHAUFFAGES CENTRAUX

par M. FICHARD, Président de l'Union des Chambres Syndicales du Chauffage de France.

PROBLÈME DE LA RÉPARTITION DES CHARGES DE CONSOMMATION COMPTEUR DE CALORIES

par M. FISCH, Président du Syndicat des Installateurs et Exploitants de Chauffages Urbains et Collectifs.

LA RÉGULATION AUTOMATIQUE DES PETITES INSTALLATIONS

par M. DUPUY, Ingénieur E. C. P., Vice-Président de l'Association des ingénieurs de Chauffage et Ventilation de France.

RÉGULATION AUTOMATIQUE DES INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE ET DE CONDITIONNEMENT DANS LES INSTALLATIONS IMPORTANTES

par M. PETIT, Directeur des Établissements A. PETIT.

RÉSULTATS DE DIVERSES RECHERCHES DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT DANS LE DOMAINE DU CHAUFFAGE

par M. A. FOURNOL, ancien Élève de l'École Polytechnique, Ingénieur en Chef au C. S. T. B.

NOUVELLES RECHERCHES SUR LE CHAUFFAGE ET LA VENTILATION

par M. BLANC, Chef de la Section Thermique aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

NOUVEAU MATÉRIEL FRIGORIFIQUE

par M. R. BILLARDON, Ingénieur-Conseil, Professeur à l'Institut Français du Froid industriel, Maître de conférences à l'École Centrale des Arts et Manufactures.

Visites d'installations.

(L'horaire des séances et des visites sera précisé ultérieurement.)

MARDI 10 JUIN 1952, à 17 h. 30

CONSIDÉRATIONS SUR LE CALCUL DES ÉCHAFAUDAGES DE TYPE COURANT DU BATIMENT

par M. le Général HANOTEAU, Secrétaire Général du Comité Régional de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics de Paris.

MARDI 17 JUIN 1952, à 17 h. 30

LE BÉTON CELLULAIRE

par M. J. CHEFDEVILLE, Chef de Service aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

MARDI 24 JUIN 1952, à 17 h. 30

LE BOIS DANS LA MENUISERIE ET LA CHARPENTE

Compte rendu des travaux de recherches et des essais effectués en 1951-1952
par l'Institut National du Bois.

par M. J. CAMPREDON, Directeur de l'Institut National du Bois.

MARDI 1^{er} JUILLET 1952, à 17 h. 30

MALADIES DE LA CONSTRUCTION

par M. L'HERMITE, Directeur des Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

INCIDENTS ET ACCIDENTS SURVENUS SUR LES CHANTIERS

par M. BRENIER, Directeur du Bureau Securitas.

VENDREDI 4 JUILLET 1952, à 17 h. 30

EFFET DU RETRAIT DU CIMENT ET DISPOSITIONS DESTINÉES À L'ÉVITER

par M. J. FAURY, Ingénieur E. C. P.

LUNDI 7, MARDI 8 ET MERCREDI 9 JUILLET 1952

Sous les auspices du Comité Français de Mécanique des Sols.

JOURNÉES DE MÉCANIQUE DES SOLS

Thème générale : La mécanique des sols et la force portante des pieux.

(Le programme de ces journées sera précisé ultérieurement.)

Les adhérents de l'Institut Technique seront avisés au cours de la session si des modifications sont apportées à ce programme ou si des conférences supplémentaires s'y ajoutent.

VISITES DE CHANTIERS

Diverses visites seront organisées en 1952 sur des chantiers de bâtiment, de construction métallique et de travaux publics.

Les adhérents recevront en temps utile les indications concernant ces visites.

CONCOURS INTERNATIONAL DE PHOTOGRAPHIE

Le CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS D'INFORMATION DE L'ACIER, éditeur de « L'Ossature Métallique », revue mensuelle des applications de l'acier, organise un concours photographique international. Ce concours est ouvert à tout photographe, professionnel ou amateur, belge ou étranger.

Pour tout renseignement s'adresser au CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS D'INFORMATION DE L'ACIER, 154, avenue Louise, Bruxelles.

BATIR

REVUE TECHNIQUE DE LA FÉDÉRATION NATIONALE DU BATIMENT ET DES ACTIVITÉS ANNEXES
PUBLIÉE AVEC LE CONCOURS DE L'INSTITUT TECHNIQUE
ET DES LABORATOIRES DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

SOMMAIRE DU NUMÉRO 17, NOVEMBRE 1951

L'information technique cinématographique.

Équipement moderne d'une carrière de pierre à ciel ouvert.

GROS ŒUVRE : Le traitement des parements extérieurs.

BOIS : Les connecteurs.

MÉTAL : Le collage des métaux.

PEINTURE ET DÉCORATION :
Peinture des charpentes métalliques (III).

ÉQUIPEMENT TECHNIQUE : La transmission de l'heure.

Colonnes montantes modernes.

PATHOLOGIE DE LA CONSTRUCTION : La protection des bois contre les dégâts des insectes.

DE LA TECHNIQUE AU DROIT
Marchés privés et marchés publics (III).

Les films du Bâtiment.

Le hangar de Marignane.

Crises du logement et crises du Bâtiment (II).

Courrier des lecteurs.

Fiches bibliographiques.

Ces textes s'attachent à présenter, d'une façon à la fois simple et complète, des renseignements utiles.

Prix du numéro : 300 F.

SPÉCIMEN GRATUIT SUR DEMANDE

BATIR — 33, avenue Kléber, Paris-XVI^e

Abonnement d'un an : 2 500 F

(Neuf numéros)

ENTREPRENEURS,

**Subventionnez l'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT et des TRAVAUX PUBLICS
sans charge nouvelle.**

En attribuant à l'*Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics* une part de la taxe d'apprentissage que la loi permet d'affecter à la formation des Cadres supérieurs, vous pouvez sans charge nouvelle aider notre Association qui, par ses conférences, ses publications, sa documentation, ses travaux de recherches, ses commissions des grands problèmes, joue un rôle important dans la conduite de vos Entreprises.

Par vos versements, vous concurrez à son activité, animerez et faciliterez ses travaux ; vous serez certains par conséquent, que ce prélèvement restera au service de vos Professions.

L'*Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics* est autorisé à recueillir de 5 à 30 % de la taxe d'apprentissage suivant la catégorie professionnelle à laquelle appartient l'Entreprise assujettie.

Répondez à notre appel en adressant la subvention dont vous pouvez disposer *en notre faveur*, soit directement à l'*Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*, 28, boulevard Raspail, Paris-VIII^e, C. C. P. Paris 1834-66, soit par l'intermédiaire de l'organisme syndical professionnel auquel vous êtes affilié si celui-ci se charge de la répartition de votre taxe d'apprentissage.

EMBOITAGE POUR LES ANNALES

Pour permettre à ses adhérents de conserver facilement en bibliothèque avant reliure les fascicules des « Annales » l'Institut Technique met à leur disposition un emboîtement avec jaquette, pouvant contenir une année complète des « Annales »

Au prix de	500 F
Plus frais d'expédition :	
France et Union Française	110 F
Étranger	190 F

Les demandes, accompagnées de leur montant, doivent être adressées à l'*Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*, 28, boulevard Raspail, Paris-VIII^e, C. C. P. Paris 1834-66. Elles seront satisfaites dans le délai maximum d'un mois.